PROGRAMME DE

PULVERISATIONS AERIENNES

CONTRE

LA TORDEUSE DU BOURGEON

DE L'EPINETTE

AU NOUVEAU-BRUNSWICK

1988

Natural Resources and Energy
Ressources naturelles et Énergie

PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS AÉRIENNES CONTRE LA TORDEUSE DE BOURGEON DE L'ÉPINETTE AU NOUVEAU-BRUNSWICK

1988

Nelson E. Carter
Direction de la gestion des matières ligneuses
Section de la gestion des parasites de la forêt
Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
1988

L'honorable Morris V. Green
Ministre

Bryan Walker
Sous-ministre

RÉSUMÉ

En 1988, Forest Protection Limited (FPL) a effectué au Nouveau-Brunswick l'épandage d'insecticides, par voie aérienne, sur une superficie de 448 500 hectares de terres forestières infestées par la tordeuse du bourgeon de l'épinette (Choristoneura fumiferana (Clem.). La superficie ainsi traitée est de 6,3 % inférieure aux 478 500 hectares traités en 1987. En outre, J.D. Irving Limited a traité environ 98 000 hectares de ses terres en tenure libre, comparativement aux 105 000 hectares de superficie traités en 1987.

De la superficie totale traitée par FPL, 51,5 % ont reçu deux applications de Fénitrothion (Sumithion) et 1,4 % une seule application. Environ 47 % de la superficie ont reçu une application simple d'un insecticide bactériologique, Bacillus thuringiensis var. Kurstaki (B.t.), sous la forme de deux produits, soit viz. Futura XLV (41,2 %) et Dipel 132 (5,8 %). Il s'agissait de l'opération d'application la plus importante (tant pour ce qui est de la superficie que de la quantité) de B.t. dans le cadre d'un programme de pulvérisation au Nouveau-Brunswick jusqu'à ce jour.

Les appareils utilisés pour l'épandage comprenaient 12 TBM, 1 quadrimoteur DC-6 et 2 petits appareils épandeurs (PAE) monomoteurs, du même type que ceux utilisés pour l'agriculture. Les TBM ont couvert environ 58 % de la superficie totale et le DC-6 a permis de traiter environ 41 % de celle-ci. Le Dipel 132 a été pulvérisé par les TBM, tandis que le Futura a été pulvérisé surtout par le DC-6.

Ce programme avait pour but de limiter la défeuillaison provoquée par la tordeuse du bourgeon de l'épinette et de préserver 60 % ou plus des aiguilles de l'année sur le sapin baumier (Abies balsamea (L.) Mill.) et 50 % ou plus des aiguilles sur l'épinette rouge/noire (Picea rubens Sarg.-P. mariana (Mill.) B.S.P.). Bien que le traitement au B.t. ait donné certains résultats, ceux que l'on a obtenu à l'aide du Fénitrothion ont été nettement supérieurs. L'élimination de la tordeuse attribuable au Fénitrothion atteignait en moyenne 72 %, en regard de 50 % pour le B.t. La défeuillaison des branches dans les blocs traités au Fénitrothion atteignait en moyenne 34 % seulement, contre 68 % dans le cas des blocs traités au B.t. La réduction moyenne de la défeuillaison s'est établie à 61 % dans le cas du Fénitrothion par comparaison à 24 % pour le B.t. Dix-neuf pour cent seulement de la superficie traitée au Fénitrothion présentait une défeuillaison grave, comparativement à 60 % pour la superficie traitée au B.t. La superficie de défeuillaison modérée et grave dans le cas des blocs pulvérisés au Fénitrothion s'approche de la moyenne des 11 années antérieures, soit 14 % (variation de 6 % à 20 %), obtenue dans le cadre de programmes reposant presque uniquement sur le traitement à l'aide de produits chimiques. Nous abordons brièvement certains des facteurs susceptibles d'avoir contribué à ces résultats. Nous faisons également une brève comparaison avec des données sur des infestations d'intensité semblable dans le cadre du programme québécois de 1988.

Le relevé aérien de la défeuillaison a permis de déceler une défeuillaison légère, modérée et grave couvrant respectivement environ 43 000, 196 000 et 304 000 hectares. Environ 65,5 % de la défeuillaison modérée et grave dans la province s'est produite à l'extérieur des superficies traitées. On a décelé une défeuillaison modérée et grave sur 38,5 % de la superficie totale traitée de la façon décrite ci-dessus.

Les résultats du relevé L2 ont indiqué une augmentation de 10 % de l'ampleur de l'infestation, accompagnée toutefois d'une certaine diminution de son intensité. On prévoit pour 1989 l'infestation d'une étendue de 1,65 million d'hectares de terres forestières par des populations variables de tordeuses du bourgeon de l'épinette, cette infestation étant de niveau modéré à grave. On prévoit que ce sont surtout les régions du nord de la province qui seront touchées, bien que d'importantes concentrations sont également prévues ailleurs. On ne prévoit aucun dommage important dans le sud de la province, ni dans la plupart des régions de l'ouest et de l'est, ce qui confirme encore la tendance à la baisse observée au cours des dernières années dans ces régions.

SUMMARY

In 1988, Forest Protection Limited (FPL) applied insecticides aerially to 448 500 ha of spruce budworm (Choristoneura fumiferana (Clem.) infested forest land in New Brunswick. This represents a 6.3% decrease from the 478 300 ha treated in 1987. In addition J.D. Irving Limited treated about 98 000 ha of its own freehold land (compared to 105 000 ha in 1987).

Of the total area treated by FPL, 51.5% received a double application of the chemical fenitrothion (Sumithion) and 1.4% received a single application. About 47.0% of the area received a single treatment of bacterial insecticide, Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.)in the form of two products, viz. Futura XLV (41.2%) and Dipel 132 (5.8%). This was the largest operational use (area and proportion) of B.t. in any of the spray programs in New Brunswick to date.

Spray aircraft included 12 TBMs, 1 four-engine DC-6 and 2 single-engine agricultural-type small spray planes (SSPs). TBMs were used to treat about 58% of the total area and the DC-6 treated about 41% of the area. The Dipel 132 was sprayed by TBMs, and the Futura XLV sprayed primarily by the DC-6.

Objectives of the program were to limit budworm defoliation and retain 60% or more of the current year's needles on balsam fir (Abies balsamea (L.) Mill.) and 50% or more on red-black spruce (Picea rubens Sarg.-P. mariana (Mill.) B.S.P.). Although there was some protection due to B.t. treatment, results were far superior with fenitrothion. Budworm mortality due to fenitrothion averaged 72%, compared to 50% for B.t. Branch defoliation in fenitrothion plots averaged only 34%, but was 68% in B.t. plots. The average percent reduction in defoliation was 61% for fenitrothion compared to 24% for B.t. Only 19% of the fenitrothion area had moderate and severe defoliation compared with 60% of the B.t. area. The area of moderate and severe defoliation in areas sprayed with fenitrothion is close to the previous 11-year average of 14% (range 6% to 20%) in programs based almost solely on chemical treatments. Some of the factors which could have influenced these results are briefly discussed. A brief comparison is made with similar high population data from Quebec's 1988 program.

The aerial defoliation survey detected an estimated 43 000 ha of light, 196 000 ha of moderate, and 304 000 ha of severe defoliation. Approximately 65.5% of the provincial moderate and severe defoliation occurred outside the treatment areas. Moderate and severe defoliation was detected on 38.5% of the total treated area in proportions noted above.

Results of the L2 survey indicate a 10% increase in extent of infestation with some lessening in its intensity. For 1989, it is forecast that 1.65 million ha of forest land will contain variable, and moderate to high populations of budworm, primarily across the northern quarter of the Province, but with some large patches elsewhere. No significant damage is expected in the southern half of the province or throughout most of the western and eastern areas, continuing the low trend of the past few years in these areas.

5. CONCLUSIONS

5.1 Spray Operations

1. Spray operations for 1988 with chemical and biological insecticides were completed well within the conventional time period for larval spraying.

2. No areas were left untreated due to weather delays.

5.2 Effectiveness of Program

1. Based on assessments of current defoliation on branch samples, fenitrothion provided consistently acceptable results in 1988 whereas B.t. did not.

2. Results from the aerial survey of defoliation revealed 500 000 ha of combined moderate and severe defoliation of which 34.5% fell within sprayed areas; i.e. 19.3% of the fenitrothion area, and 60.1% of the B.t. area. Of the Provincial moderate and severe defoliation 65.5% occurred outside treatment areas, but primarily within areas forecasted to be defoliated.

3. In fenitrothion plots, mean current defoliation on balsam fir branch samples was 34% compared to 68% in B.t. plots.

4. In fenitrothion plots, mean percent reduction in expected balsam fir branch defoliation was 61% compared to 24% in B.t. plots.

5. Although not a measure of efficacy, average mortality due to fenitrothion was 72% compared to 50% for B.t.

6. It is not known to what degree the poor results with B.t. were associated with deposits (not measured) or the cool weather experienced during the spray period or other factors such as insect and host variability within large spray blocks and the single application of B.t. with its single mode of action. Undoubtedly all factors contributed in varying degrees.

7. A comparison with 1987 and 1988 data from Quebec supports the conclusion that neither jurisdiction had good success with B.t. in areas of high population (20+ larvae/branch) in these years.

5.3 Forecast

1. Based on the L2 survey, a 10% increase in the area of infestation is forecast for 1989. The area forecast to have variable, and moderate to high budworm populations is 1.653 million ha. This minor increase follows the decline for the past few years. The forecast area covers about 23% of the total area of the Province.

2. An apparent decrease in population intensity within the infestation was detected by a decrease in mean L2 count for points sampled in Restigouche County this year.

3. No significant damage is expected in 1989 in the southern half of the Province or throughout most of the western and eastern areas.

REMERCIEMENTS

L'administration et l'évaluation d'un programme de pulvérisation à grande échelle nécessitent des connaissances spécialisées ainsi qu'un sens du dévouement et une grande fierté pour le travail accompli. Les données ainsi que les renseignements contenus au présent rapport sont le fruit des efforts concertés des personnes suivantes qui travaillent au MRNE : M. Lester Hartling, M. Daniel Lavigne, M. Wilf Patterson, Mme Janet Proude, M. Danny O'Shea, M. Ross Farquhar, M. Robert MacGregor, M. Peter MacNutt, M. Greg Simpson et M. Carroll Cameron. Leur travail consciencieux allié à la contribution d'une main-d'oeuvre estivale nombreuse a été grandement apprécié.

Des remerciements sont également adressés aux personnes suivantes qui ont bien voulu lire et commenter les versions préliminaires du rapport : D^{r} K. Van Frankenhuyzen (Foresterie Canada, Institut de la gestion des parasites de la forêt), D^{r} C. Nigam et M. E.G. Kettela (Foresterie Canada, Section Maritimes), D^{r} A. Raske (Foresterie Canada, Section Terre-Neuve) et M. H.J. Irving (Forest Production Limited).

Enfin, des remerciements spéciaux vont également à Mme Janet Lynch et Mme Shelly Clowater pour la dactylographie des diverses versions préliminaires du présent manuscrit.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
RÉSUMÉ		i
REMERCIEMENTS		ii
LISTE DES TABLEAUX		iv
LISTE DES FIGURES		v
INTRODUCTION		1
1. PULVÉRISATIONS		
1.1	Territoires traités	1
1.2	Insecticides	1
1.3	Logistique des opérations	4
1.4	Coûts	4
2. ÉVALUATIONS, INVENTAIRES ET RELEVÉS		
2.1	Populations de tordeuses du bourgeon	5
2.2	Critères biologiques de pulvérisation	5
2.3	Recensements effectués avant traitement	6
2.4	Recensements effectués après traitement	6
2.5	Inventaires et relevés de la défeuillaison	7
2.6	Inventaire selon le deuxième âge larvaire (L2)	7
3. EFFICACITÉ DES PULVÉRISATIONS		
3.1	Relevé aérien de la défeuillaison	7
3.2	Efficacité des pulvérisations	8
3.3	Faits relatifs au B.t. et facteurs influant sur les résultats	12
3.4	Comparaison avec les données du Québec pour 1987 et 1988	17
4. PRÉVISIONS EN MATIÈRE D'INFESTATION POUR 1989		18
5. CONCLUSIONS		
5.1	Opérations d'arrosage	19
5.2	Efficacité du programme	19
5.3	Prévisions	21
BIBLIOGRAPHIE		22
ANNEXE I		23
ANNEXE II		33

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau 1.	Territoires du Nouveau-Brunswick arrosés par FPL en 1988 pendant les opérations de lutte contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette (Programme de J.D. Irving exclu).	2
Tableau 2.	Périodes d'arrosage pour chaque traitement en 1988.	4
Tableau 3.	Comparaison des coûts réels de l'arrosage au Nouveau-Brunswick entre 1984 et 1987 et des coûts directs directs prévus au budget de 1988 (non rajustés pour tenir compte de l'inflation).	5
Tableau 4.	Estimation de la superficie défeuillée par la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick entre 1975 et 1988.	8
Tableau 5.	Superficie de défeuillaison modérée et grave dans les blocs traités au Fénitrothion ou au B.t. au Nouveau-Brunswick en 1988.	10
Tableau 6.	Nombre moyen de larves, mortalité larvaire et défeuillaison du sapin baumier dans les zones témoins et les zones traitées au Fénitrothion ou au B.t., au Nouveau-Brunswick en 1988.	11
Tableau 7.	Nombre de branches rencontrant les objectifs de défeuillaison de 40 % ou moins pour le sapin baumier et de 50 % ou moins pour l'épinette rouge/noire.	12
Tableau 8.	Données relatives au Programme de pulvérisations québécois au B.t. en 1987 et 1988, et au Programme du Nouveau-Brunswick pour 1988.	18
Tableau 9.	Fluctuation de l'intensité des infestations entre 1981 et 1988.	19

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 1.	Territoires du Nouveau-Brunswick arrosés par FPL en 1988 dans la lutte contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette (Programme J.D. Irving exclu).	3
Figure 2.	Zones de défeuillaison légère, modérée et grave attribuable à la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick en 1988.	9
Figure 3.	Pourcentage de défeuillaison du sapin baumier dans les zones témoins et les zones traitées du Nouveau--Brunswick en 1988 en fonction des populations avant traitement.	13
Figure 4.	Pourcentage de réduction de la défeuillaison du sapin baumier dans les zones traitées au Fénitrothion ou au B.t. au Nouveau-Brunswick en 1988, en fonction des populations avant traitement.	13
Figure 5.	Rapports entre la défeuillaison dans le nord de la province en 1988 et dans le sud de la province en 1987 et les niveaux de défeuillaison dans dan les territoires traités au B.t. lors de ces deux années.	16
Figure 6.	Territoire du Nouveau-Brunswick où l'on prévoit des infestations variables et des infestations modérées à élevées de tordeuse du bourgeon de l'épinette en 1989.	20

PROGRAMME DE PULVÉRISATIONS AÉRIENNES CONTRE LA TORDEUSE DU BOURGEON DE L'ÉPINETTE AU NOUVEAU-BRUNSWICK - 1988

En 1988, au Nouveau-Brunswick, des forêts sélectionnées qui étaient infestées par la tordeuse du bourgeon de l'épinette ont fait l'objet de traitements aériens aux fins de protection du feuillage. Des insecticides chimiques et biologiques ont été employés. Le RAPPORT DU PROGRAMME DE 1988, rédigé par Forest Protection Limited (Irving, 1988), contient de plus amples renseignements sur les opérations. Au cours de cette année, on a fait une utilisation sans précédent du B.t. dans le cadre du programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick. Le présent rapport comprend une description du programme et des divers types de traitement en fonction des objectifs de protection du feuillage. Des prévisions quant aux degrés d'infestation qui séviront en 1989 figurent également au rapport.

1. PULVÉRISATIONS

1.1 Territoires traités

En 1988, le programme de pulvérisation a couvert environ 448 500 hectares de forêt (Tableau 1; Figure 1), soit une superficie légèrement inférieure aux 478 300 hectares traités en 1987 (Carter et Lavigne, 1988). Les opérations d'arrosage comme telles ont été menées sous la direction de Forest Protection Limited (FPL). En outre, Forest Patrol Limited (J.D. Irving Ltd.) a arrosé environ 98 000 hectares de terres en tenure libre d'Irving (B. Brunsdon, J.D.I. Ltd., comm. pers.), soit environ 7 000 hectares de moins que l'année dernière.

1.2 Insecticides

Voici quels insecticides ont été utilisés en 1988 (Tableau 1) : un insecticide chimique, le Fénitrothion (Sumithion) et deux insecticides biologiques à base de Bacillus thuringiensis var. kurstaki (B.t.) soit le Dipel 132 et le Futura XLV. Environ 51,5 % de la superficie visée par le programme ont reçu deux applications de Fénitrothion; 1,4 pour cent a reçu une seule application[1] de Fénitrothion; 41,2 pour cent ont reçu une seule application de Futura XLV; 5,8 pour cent ont reçu une seule application de Dipel 132. En outre, trois territoires de production de jeunes pousses d'épinette noire ont reçu deux applications de Fénitrothion suivies d'une application de Futura XLV.

---

[1]En raison d'une pénurie de Fénitrothion

Tableau 1. Territoires du Nouveau-Brunswick arrosés par FPL en 1988 pendant les opérations de lutte contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette (Programme de J.D. Irving exclu)*.

Application**	Hectares (milliers)	(%)	Acres (milliers)	Genre d'aéronef
Une application - Biologique				
30 BIU-D132/2,36 L/ha	26.0	(5.8)	64.0	TBM
30 BIU-FXLV/2,02 L/ha	184.5	(41.2)	456.2	DC-6, Ag Truck
TOTAL PARTIEL	210.5	(47.0)	520.2	
Une application - Chimique				
280 g Fén/1,46 L/ha	6.3	(1.4)	15.5	TBM
Deux applications				
210 g Fén/1,46 L/ha + 210 g Fén/1,46 L/ha	231.1	(51.5)	571.0	TBM, Ag Truck
TOTAL PARTIEL	237.4	(52.9)	586.5	
Trois applications (Zone de production de pousses d'épinette noire) 210 g Fén/1,46 L/ha + 210 g Fén/1,46 L/ha + 30 BIU-FXLV/2,02 L/ha	0.6	(0.1)	1.5	Ag Truck
TOTAL GÉNÉRAL	448.5	(100.0)	1108.2	

*Source : Forest Protection Ltd.

**D132 = Dipel 132
FXLV = Futura XLV
Fén = Fénitrothion

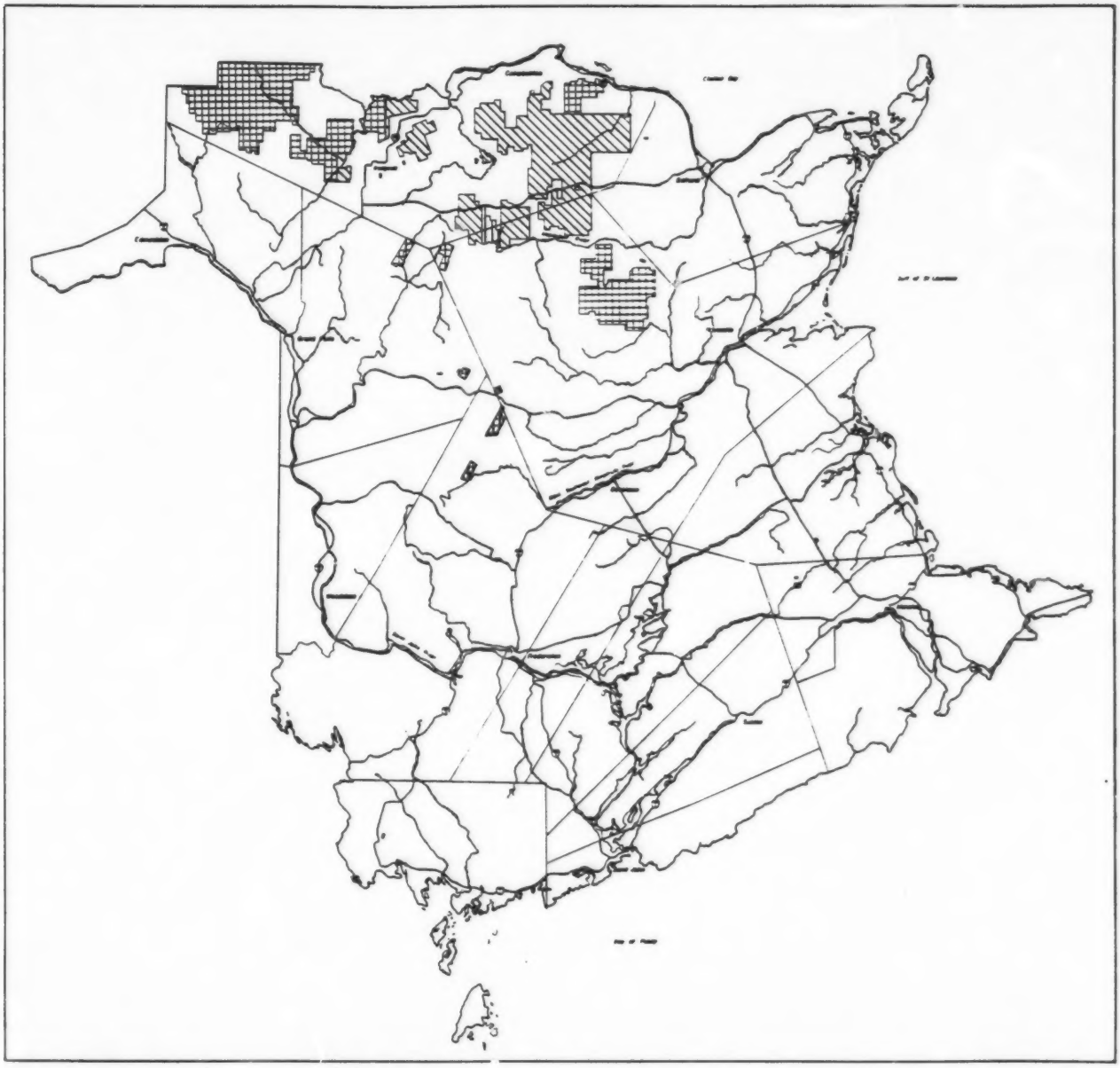


Figure 1. Territoires du Nouveau-Brunswick arrosés par FPL en 1988 dans la lutte contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette (programme de J.D. Irving exclu).

1.3 Logistique des opérations

Forest Protection Limited a été avisée par le ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie que les premiers blocs de pulvérisation étaient "biologiquement" prêts pour traitement le 24 mai et les pulvérisations ont débuté le matin même. Les zones à traiter au B.t. ont été déclarées prêtes le 27 mai et les pulvérisations ont commencé le jour suivant. Les opérations ont cessé dans la soirée du 13 juin. Trois zones[2] de production de pousses d'épinette noire et deux petits "blocs de spongieuses" ont également été traités par FPL et feront l'objet d'un rapport différent.

Les conditions climatiques ont été excellentes pendant les opérations d'arrosage, bien que les températures moyennes étaient basses, comme le confirment les températures maxima et minima enregistrées un peu partout aux environs des principales zones d'arrosage (Annexe I). Les jeunes arbres ont souffert de dommages attribuables au gel dans certaines zones, spécialement dans les vallées ou encore dans les régions plus froides.

Les pulvérisations étaient terminées 21 jours après leur début (Annexe II). Les périodes d'arrosage aux produits chimiques par les TBM et les petits appareils épandeurs (PAÉ), qui variaient de 15 à 20 jours, sont comparables à celles de 1987. Les périodes d'arrosage variaient en effet de 8 à 12 jours pour les deux applications de Fénitrothion, de 12 jours pour une seule application avec les TBM et de 11 à 15 jours pour les pulvérisations de Fénitrothion par les PAÉ (Tableau 2). Un délai minimal de 5 jours doit être respecté entre chaque application de produits chimiques. Les périodes d'arrosage pour les pulvérisations de B.t. (10 à 12 jours) sont également comparables aux résultats de 1987 et varient de 0 à 12 jours pour les gros aéronefs et de 2 à 6 jours pour les PAÉ.

Tableau 2. Périodes d'arrosage pour chaque traitement en 1988.

Application	Période d'arrosage (jours)														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TBM 2xFén.									1	1	3	6	2			
TBM 1xB.t.			1	1					1							
DC-6 1XB.t.		D001 - 0 à 10 jours, D002 - 11 à 12 jours														
TBM 1xFén.													1			
PAÉ 1xB.t.			1				1		1							
PAÉ 2xFén.												1			1	2

1.4 Coûts

Le Tableau 3 donne le sommaire des coûts directs de l'arrosage pour tous les traitements effectués entre 1984 et 1987 et les dépenses budgétaires prévues pour 1988. Les coûts reliés aux relevés aériens de défeuillaison, au relevé L2 ainsi que les frais généraux de Forest Protection Limited, dont les frais de recherche et de développement, ne sont pas compris dans ce tableau. Malheureusement, les chiffres définitifs pour 1988 n'étaient pas disponibles, et n'ont donc pu être inclus au présent rapport.

---

[2]Les pulvérisations ont eu lieu le 8 mai, le 13 juin et le 18 juin.

Tableau 3. Comparaison des coûts réels de l'arrosage au Nouveau-Brunswick entre 1984 et 1987 et des coûts directs prévus au budget de 1988 (non rajustés pour tenir compte de l'inflation).

Application	Coûts ($/ha)				
	1984[a]	1985[a]	1986[a]	1987[a]	1988[a]
TBM chimique	6.80	7.23	9.19	7.07	11.20
TBM B.t.	11.79	14.12	-	12.22	12.63[c]
PAÉ chimique	11.52	11.82	11.50	16.42	16.98
PAÉ B.t.	16.38	18.71	16.60	21.54	21.30

a = coût réel, b = coût budgétisé, c = comprend DC-6.

2. ÉVALUATIONS, INVENTAIRES ET RELEVÉS

Divers relevés et inventaires ont été effectués afin de fixer la date de début des pulvérisations et d'en évaluer les résultats. Les méthodes utilisées s'apparentaient à celles des précédents programmes de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick.

2.1 Populations de tordeuse du bourgeon

La plus grande partie de l'infestation de 1988 devait frapper le nord du Nouveau-Brunswick, le comté de Restigouche et les zones adjacentes. Le nombre de points d'échantillonnage L2 était élevé et l'intensité des infestations est passée de 48 en 1986 à 144 en 1987 - une augmentation de 300 %. Environ 90 % de ces points à densité de population élevée étaient concentrés dans le tiers-nord de la province. En outre, la population de larves ayant hiverné dans le comté de Restigouche a augmenté en moyenne de 15,4 larves L2 par branche de 75 centimètres* entre 1986 et 1987. Ce fait revêt une grande importance puisque, selon les prévisions, un nombre de 7 à 20 larves par branche indique une densité des populations pouvant entraîner une défeuillaison modérée, tandis qu'un nombre de larves supérieur à 20 par branche indiqué une densité de population qui peut entraîner une défeuillaison grave.

L'intensité des infestations élevée prévue a été confirmée par le nombre de larves comptées dans les échantillons prélevés avant le traitement dans les blocs traités et dans les blocs témoin (Section 3.2).

2.2 Critères biologiques de pulvérisation

Les critères biologiques retenus en 1988 étaient semblables à ceux des années précédentes. Les blocs traités ont fait l'objet d'évaluations aériennes ou au sol avant d'être déclarés prêts. Les blocs traités au Fénitrothion ont été déclarés prêts lorsque les échantillons de sapin baumier respectaient les critères suivants :

*La longueur moyenne des branches récoltées lors du relevé L2 au Nouveau-Brunswick est de 75 cm.

la majorité des tordeuses en étaient à la troisième mue; toutes les larves de tordeuse se nourrissaient de pousses ou de fleurs; les nouvelles pousses de classes 3 et 4 portaient des aiguilles ou encore leurs bourgeons commençaient à s'élargir (Dorais et Kettela, 1982).

Les blocs traités au B.t. ont été déclarés prêts lorsque les échantillons de sapin baumier respectaient les critères suivants :

la majorité des tordeuses en étaient ou avaient terminé la troisième mue; les larves de tordeuse se nourrissaient des pousses ou des fleurs; les pousses de classes 4 et 5 avaient commencé à s'élargir ou encore étaient complètement épanouies.

En général, le début des traitements respectait ces critères mais dans certains cas, tout particulièrement pour ce qui est des blocs traités au B.t., les arrosages ont débuté aussi tôt que possible dans la fenêtre de traitement parce que l'intensité des infestations de tordeuse était extrêmement élevée et qu'une défeuillaison était déjà visible. De plus, il existait une grande disparité du point de vue du développement larvaire ou du développement des pousses dans les grands blocs (spécialement ceux traités avec le DC-6); on a donc dû tenir compte de ce critère dans l'établissement du calendrier des pulvérisations. Un total de 500 échantillonnages dans 129 blocs a servi à établir le calendrier des pulvérisations (voir Annexe II).

À l'étude au sol du développement des pousses et des insectes dans tous les blocs s'ajoutaient des observations aériennes régulières à basse altitude destinées à évaluer l'élargissement des pousses de sapin baumier et des autres espèces d'arbres dans les zones à traiter. Les résultats de ces observations étaient ensuite compilés pour déterminer quels blocs étaient prêts à traiter.

2.3 Recensements effectués avant traitement

Pour faciliter la comparaison entre les opérations de pulvérisation à grande échelle de B.t. et de Fénitrothion, on a effectué des recensements avant traitement de la densité de la population larvaire dans des sections réparties dans les diverses zones traitées et dans les zones témoin. Chaque section était constituée de 8 blocs comprenant 5 arbres, répartie de la façon suivante : 9 sections dans les blocs traités au Fénitrothion, 11 sections dans les blocs traités au B.t. et 10 sections dans les blocs témoin. On a dû éliminer un des blocs témoin en raison d'une récolte pendant le programme.

2.4 Recensements effectués après traitement

Une fois les opérations d'arrosage commencées, le prélèvement d'échantillons s'est poursuivi afin d'étudier l'activité larvaire, l'évolution du processus de défeuillaison et le taux de pupation. Les données recueillies ont permis de décider s'il fallait mettre fin au traitement en raison du stade de développement larvaire ou des dommages infligés au feuillage. En outre, les renseignements sur la pupation et la cessation de l'alimentation des larves ont contribué à fixer le moment où le relevé aérien de la défeuillaison serait fait.

2.5 Inventaires et relevés de la défeuillaison

L'inventaire du pourcentage de défeuillaison des branches à mi-couronne des arbres échantillonnés a été effectué une fois la pupation terminée. On a ainsi pu savoir si les objectifs établis en matière de protection du feuillage avaient été atteints, c'est-à-dire si le sapin baumier avait conservé 60 % ou plus des aiguilles de l'année en cours et l'épinette rouge/noire, 50 % ou plus. Les recensements larvaires effectués avant traitement dans les blocs témoin ont servi à l'établissement des courbes prévisionnelles de défeuillaison. De plus, la défeuillaison observée dans les blocs traités a permis de comparer l'efficacité des divers traitements. Les dommages attribuables au froid ne constituaient pas un problème dans les blocs retenus pour l'évaluation.

Pour déterminer l'étendue et l'intensité du phénomène de défeuillaison à l'échelle de la province, on a effectué un relevé aérien une fois le programme de pulvérisation terminé et après que les larves ont eu fini de se nourrir. LES DONNÉES DE CE RELEVÉ N'ONT PAS ÉTÉ RECUEILLIES BLOC PAR BLOC, ce qui a permis d'éviter les erreurs attribuables aux différences d'observation.

2.6 Inventaires selon le deuxième âge larvaire (L2)

Depuis 1985, on a adopté une méthode d'inventaire de la population qui a atteint le deuxième âge larvaire et qui hiberne pour prévoir l'intensité de l'infestation par la tordeuse et sa répartition pour l'année suivante. Des échantillons supplémentaires sont prélevés pendant les mois d'hiver pour faciliter la planification du programme de protection.

3. EFFICACITÉ DES PULVÉRISATIONS

3.1 Relevé aérien de la défeuillaison[a]

Le relevé aérien de la défeuillaison a donné une vue d'ensemble de la répartition et de la gravité des ravages causés par la tordeuse à l'échelle de la province. Après quelques vols de reconnaissance, le relevé aérien a débuté le 4 juillet et s'est terminé le 13 juillet. Pendant cette période, on a perdu six journées à cause de la visibilité réduite (trop brumeux). Plusieurs autres vols de reconnaissance ont été effectués pendant plusieurs jours et aucune défeuillaison supplémentaire n'a été décelée.

Selon le relevé aérien, on a évalué qu'il y avait environ 43 000 hectares de défeuillaison légère, 196 000 hectares de défeuillaison modérée et 304 000 hectares de défeuillaison grave. La superficie combinée des défeuillaisons modérée et grave représente une augmentation de 16 pour cent par rapport à l'année dernière, mais une diminution de 75 pour cent par rapport à ce qu'elle était il y a cinq ans (Tableau 4). La défeuillaison était principalement concentrée dans le nord-est et dans le centre-nord de la province, tandis que les régions du sud, de l'ouest et du centre étaient peu touchées (Figure 2).

---

a. Le relevé aérien est le fruit de la collaboration du ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie et de Foresterie Canada.

Tableau 4. Estimation de la superficie défeuillée par la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick entre 1975 et 1988.

	CATÉGORIE DE DÉFEUILLAISON (en milliers d'hectares)		
Année*	Légère	Modérée et grave	Total
1975	820	3 567	4 387
1976	192	404	596
1977	123	481	604
1978	141	669	810
1979	105	1 320	1 425
1980	176	673	849
1981	135	1 221	1 356
1982	185	1 202	1 387
1983	301	2 028	2 329
1984	**	730	730
1985	**	1 071	1 071
1986	160	927	1 087
1987	88	430	518
1988	43	500	543

* De 1975 à 1983, tirée de Kettela (1983).
** Défeuillaison légère non relevée.

3.2 Efficacité des pulvérisations

De nombreux facteurs peuvent influer sur les données collectées lors des relevés aériens ou au sol (Carter et Lavigne, 1988; Kettela, 1982). Les objectifs en matière de protection du feuillage consistaient à permettre au sapin baumier de conserver 60 % ou plus des aiguilles de l'année en cours, et à l'épinette rouge/noire d'en garder 50 % ou plus. Quoiqu'il en soit, lorsque la densité des populations recensées avant traitement était très élevée, un programme de pulvérisation pouvait encore être considéré comme bénéfique, même si les objectifs de protection du feuillage étaient inférieurs aux objectifs ci-dessus, mais qu'un certain nombre de pousses demeurait pour l'année suivante.

La superficie de défeuillaison modérée et grave pour toutes les zones traitées était supérieure pour les blocs traités au B.t. (60 %) que pour ceux traitées au Fénitrothion (19 %) (Tableau 5). LES DONNÉES N'ONT TOUTEFOIS PAS ÉTÉ RECUEILLIES BLOC PAR BLOC, ce qui signifie que ces résultats sont relatifs plutôt qu'absolus. Pour les 11 années antérieures, la moyenne de la superficie de défeuillaison modérée et grave dans les zones traitées était de 14 % (variation de 6 % à 20 %). Avant 1985, de 95 % à 100 % de toute la superficie étaient traités avec des insecticides chimiques.

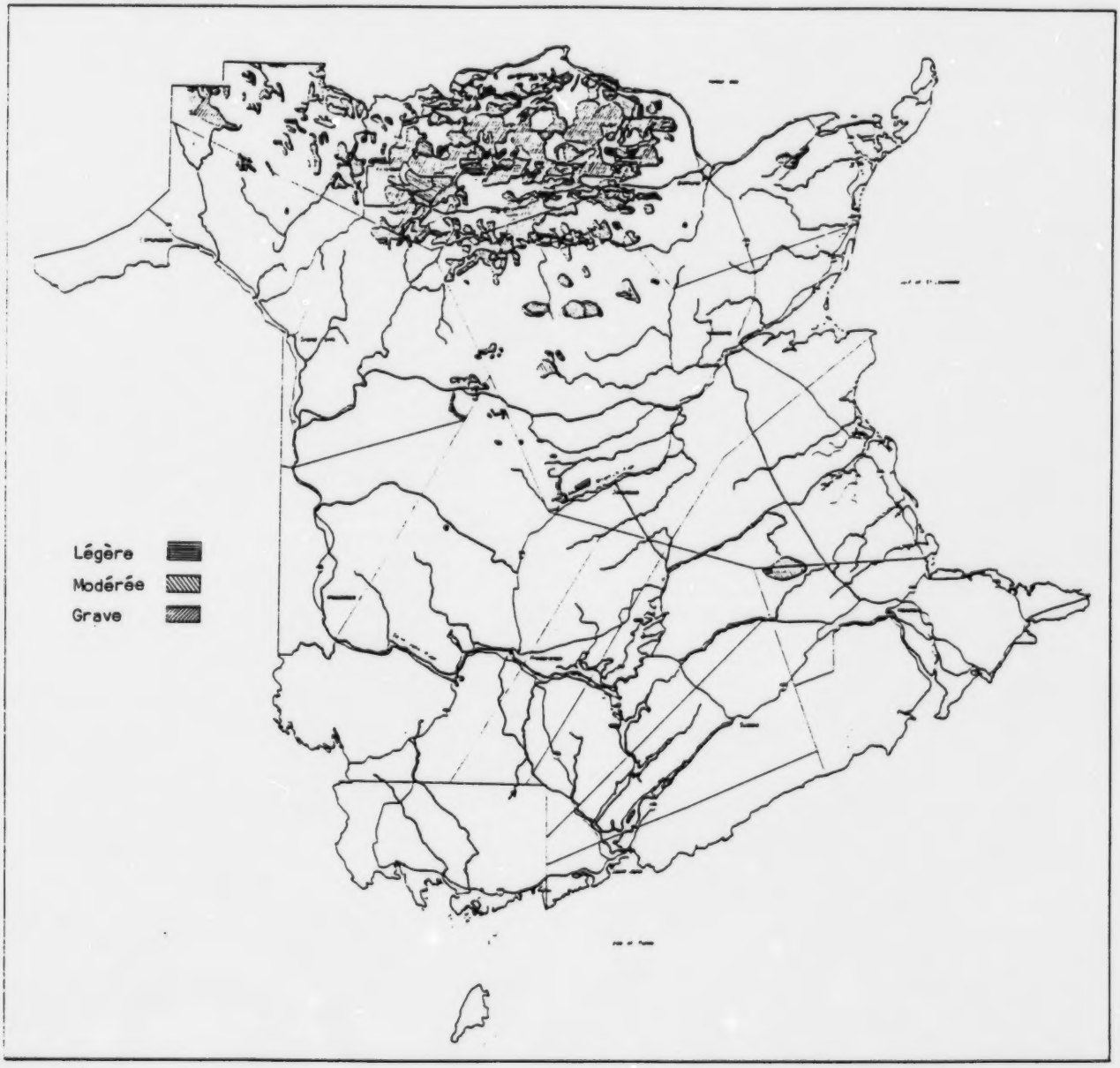


Figure 2. Zones de défeuillaison légère, modérée et grave attribuable à la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick en 1988.

Tableau 5. Superficie de défeuillaison modérée et grave dans les blocs traités au Fénitrothion ou au B.t., au Nouveau-Brunswick en 1988.

Traitement	Superficie traitée (ha)	Superficie défeuillée (ha)	% de la superficie traitée défeuillée
FÉNITROTHION	237 956	45 895	19.3
B.t.	210 520	126 623	60.1
TOTAL	448 476	172 518	38.5

La densité des populations avant traitement, quant au nombre de larves par branche de 45 cm et par bourgeon était, pour les zones témoin : 26,0 et 0,364; pour les zones traitées au Fénitrothion : 21,6 et 0,315; pour les zones traitées au B.t. : 30,7 et 0,430 (Tableau 6).

L'évaluation du taux de mortalité larvaire attribuable à l'insecticide ne constitue pas une mesure précise de l'efficacité du traitement pour ce qui est de la protection du feuillage, parce que les insectes peuvent être tués seulement après s'être nourris pendant une importante période, ce qui n'assure pas la protection du feuillage. Le but à atteindre est donc d'obtenir un taux de mortalité larvaire élevé au bon moment. Le taux de mortalité moyen de la tordeuse attribuable au Fénitrothion était de 72 %, par rapport à 50 % pour le B.t. On peut donc s'attendre à une défeuillaison plus importante pour des taux de mortalité larvaire moins élevés, spécialement lorsque la densité des populations est élevée.

Après combinaison des données, la défeuillaison moyenne observée était de 34 % pour le Fénitrothion par rapport à 68 % pour le B.t. Le pourcentage moyen de réduction prévu de la défeuillaison était de 61 % pour le Fénitrothion comparativement à 24 % pour le B.t. Les Figures 3 et 4 montrent les résultats supérieurs obtenus cette année avec le Fénitrothion par rapport au B.t.

On a obtenu des résultats estimatifs de défeuillaison lors d'un échantillonnage additionnel de 1 084 branches. Ces données, associées aux données de défeuillaison provenant des blocs ayant fait l'objet d'une surveillance intensive, ont permis d'évaluer le nombre de branches qui rencontraient les objectifs de protection du feuillage (60 % et plus pour le sapin baumier et 50 % et plus pour l'épinette rouge/noire). Il en ressort qu'un seul arrosage au Fénitrothion par les TBM n'a pas donné de meilleurs résultats que l'application simple de Dipel 132 par le même type d'appareil (Tableau 7).

Tableau 6. Nombre moyen de larves, mortalité larvaire et défeuillaison du sapin baumier dans les zones témoin et les zones traitées au Fénitrothion ou au B.t., au Nouveau-Brunswick en 1988.

Bloc	Lignes*	Aéronef	n	Larve avant traitement Par 45 cm	Larve avant traitement Par bourgeon	% de mortalité Obs.	% de mortalité Corr.	Défeuillaison % Obs.	Défeuillaison % Réd.
KEDGWICK									
Fénitrothion - 2 x 210 g/1,46 L/ha									
A-1	50-85	TBM	40	32.8	0.520	84.6	42.8	38.7	58.1
A-2	21-42	TBM	40	23.2	0.269	85.2	54.5	43.8	53.3
A-2	52-67	TBM	40	21.8	0.422	91.4	66.1	32.8	62.6
A-2	70-92	TBM	40	22.1	0.308	89.2	63.4	41.4	53.2
A-3	5-20	TBM	40	14.3	0.178	83.7	66.7	32.8	57.9
A-4	55-76	TBM	40	8.9	0.149	97.4	95.1	14.4	82.3
A-5	37-55	TBM	40	17.8	0.217	94.9	86.1	27.5	66.7
Bacillus thuringiensis									
Dipel 132 - 1 x 30 BIU/2,36 L/ha									
A-6	44-52	TBM	40	16.3	0.232	83.4	61.4	46.5	41.0
A-7	9-25	TBM	40	21.9	0.244	87.2	83.8	62.0	24.4
Futura XLV - 1 x 30 BIU/2,03 L/ha									
D-2	10-26	DC-6	40	14.2	0.235	87.8	71.6	27.4	64.4
D-2	72-90	DC-6	40	39.3	0.659	94.3	70.2	94.2	4.2
Non traités									
Témoin 1	-	-	35	11.1	0.189	57.5	-	56.4	-
Témoin 2	-	-	40	18.5	0.236	58.3	-	72.5	-
Témoin 3	-	-	40	19.2	0.258	63.6	-	95.9	-
Témoin 4	-	-	40	11.4	0.151	32.0	-	72.1	-
CAMPBELLTON									
Bacillus thuringiensis									
Futura XLV - 1 x 30 BIU/2,03 L/ha									
D-1	10-30	DC-6	40	40.8	0.603	87.2	58.4	78.9	16.8
D-1	42-65	DC-6	40	27.3	0.288	83.5	50.9	64.0	25.3
D-1	75-85	DC-6	40	45.6	0.605	88.1	61.4	69.5	25.9
D-1	95-112	DC-6	40	38.8	0.515	74.8	0.1	74.3	22.0
D-1	120-140	DC-6	40	28.6	0.383	74.3	0.0	73.9	15.0
D-1	125-145	DC-6	40	20.5	0.430	78.2	14.2	70.2	21.6
D-1	75-90	DC-6	40	45.1	0.539	91.9	73.0	91.5	3.9
Non traités									
Témoin 1	-	-	40	30.1	0.427	79.2	-	96.9	-
Témoin 2	-	-	40	30.0	0.479	73.7	-	98.1	-
Témoin 3	-	-	40	24.7	0.383	79.3	-	90.8	-
Témoin 4	-	-	40	52.8	0.753	64.8	-	99.7	-
Témoin 5	-	-	40	34.5	0.439	66.3	-	97.5	-
SEVOGLE									
Fénitrothion - 2 x 210 g/1,46 L/ha									
A-13	10-24	TBM	40	40.2	0.582	93.7	76.1	56.3	40.6
A-15	20-23	TBM	40	12.9	0.187	99.6	99.2	17.0	77.7
Non traités									
Témoin 1	-	-	40	25.5	0.307	80.6	-	60.9	-

* Portion de bloc recevant chaque traitement.

Tableau 7. Nombre de branches rencontrant les objectifs de défeuillaison de 40 % ou moins pour le sapin baumier et de 50 % ou moins pour l'épinette rouge/noire.

Traitement	Nombre de branches	% de défeuillaison moyen	% d'atteinte des objectifs
Sapin baumier			
TBM 2 x Fénitrothion	845	30	72
TBM 1 x Fénitrothion	43	56	35
TBM 1 x B.t. (Dipel 132)	129	52	37
DC-6 1 x B.t. (Futura XLV)	533	74	18
PAÉ 2 x Fénitrothion	129	15	88
PAÉ 1 x B.t. (Dipel 132)	43	64	23
PAÉ 2 x Fénitrothion (JDI)*	292	15	87
Épinette rouge/noire			
PAÉ 1 x Fénitrothion (JDI)*	40	1	100

*JDI = terres en tenure libre arrosées par J.D. Irving Ltd.

Selon les relevés L2, la densité des populations à l'automne de 1987 était inférieure et, donc, la défeuillaison prévue était également inférieure pour ces zones. On n'a pas effectué de recensement du nombre de larves pour ces blocs.

3.3 Faits relatifs au B.t. et facteurs influant sur les résultats

Bacillus thuringiensis ou B.t. est une bactérie naturelle qui entraîne la mort de certains insectes (Hulme et col., 1983). Cependant, le produit pulvérisé est le résultat d'un processus de fermentation, et de nombreux fabricants offrent des produits dont la concentration peut être comparable ou différente. Ainsi, chaque formulation est unique; quoiqu'il en soit, elles contiennent toute la même souche de B.t. Habituellement, les concentrations des produits offerts sur le marché peuvent afficher une différence de plus ou moins 20 % par rapport à ce qui est indiqué sur l'étiquette. Les concentrations appliquées sont donc "nominales". Malheureusement, les épreuves biologiques sont très coûteuses, demandent énormément de temps, et il existe très peu de laboratoires indépendants pour les effectuer. Il est de ce fait difficile d'évaluer l'efficacité d'un produit avant le début des opérations de pulvérisation, évaluation qui serait nécessaire au rajustement des doses.

La qualité du produit et, plus récemment, la possibilité de contamination par d'autres agents pathogènes font maintenant partie des principales préoccupations des utilisateurs (Irving, 1987). Les organismes responsables ont fixé un certain degré de contamination acceptable pour aider à prévenir les risques de présence d'autres pathogènes à des niveaux qui pourraient mettre la santé humaine en danger. Tous les lots échantillonnés au Nouveau-Brunswick respectaient les limites fixées pour 1988 par les organismes fédéral et provincial.

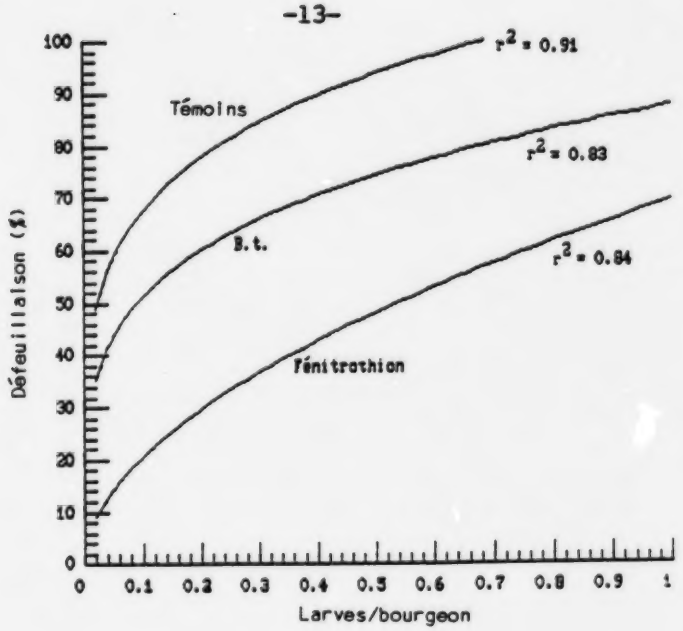


Figure 3. Pourcentage de défeuillaison du sapin baumier dans les zones témoin et les zones traitées du Nouveau-Brunswick en 1988 en fonction des populations avant traitement.

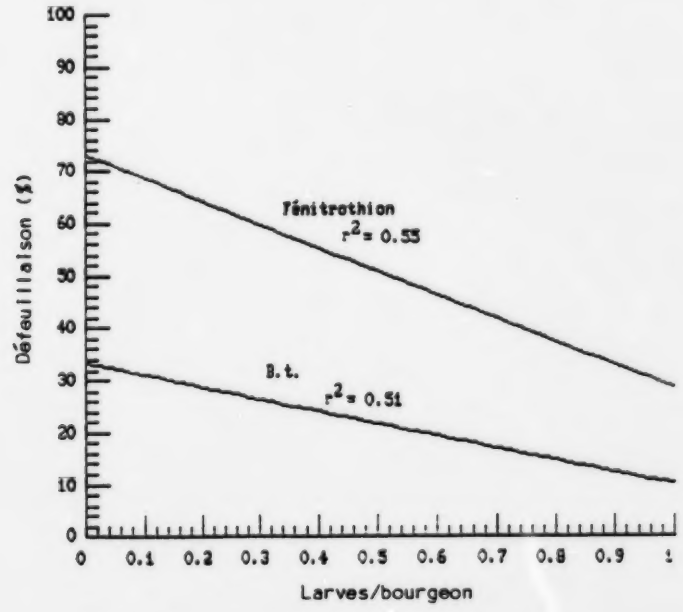


Figure 4. Pourcentage de réduction de la défeuillaison du sapin baumier dans les zones traitées au Fénitrothion ou au B.t., au Nouveau-Brunswick en 1988, en fonction des populations avant traitement.

Bien qu'il existe différentes hypothèses quant au mode d'action du B.t., toutes s'accordent pour dire qu'il est efficace seulement s'il est ingéré en quantité suffisante, principalement par les larves des mites et des papillons. La majorité des préparations commerciales contiennent un mélange de B.t., de spores, de cristaux protéiniques, de divers sous-produits de la fermentation, selon le processus retenu par le fabricant, ainsi que de certains ingrédients qui facilitent la pulvérisation du produit. En comparant la toxicité des spores et des cristaux, Fast (1977) en venait à la conclusion que "... le rôle joué par les spores dans le décès de la tordeuse du bourgeon de l'épinette attribuable aux insecticides à Bacillus thuringiensis n'est pas très important".

Le B.t. est désactivé par la lumière du soleil, ce qui tend à en limiter la période de toxicité maximale à environ 48 heures. Si une quantité suffisante de B.t. n'est pas ingérée pendant cette période, les chances de succès tendent à diminuer (Nigam, pers. comm.). Les larves qui ingèrent une dose non létale survivent, mais se développent à un rythme plus lent (van Frankenhuyzen et Nystrom, 1987). Comme le B.t. n'exerce aucune toxicité par contact, il possède un seul mode d'action (c'est-à-dire par ingestion). L'insecticide chimique Fénitrothion, pour sa part, tue les larves de la tordeuse du bourgeon de l'épinette par contact et par ingestion.

Il existe également un certain doute quant aux préparations de B.t. actuellement sur le marché; en effet, on s'inquiète de leur capacité de coller au feuillage mouillé, de la possibilité qu'elles soient éliminées par le vent ou la pluie. Selon les résultats d'essais effectués en laboratoire par van Frankenhuyzen (1987), l'humidité de l'aiguille ne diminue pas la capacité de rétention des gouttelettes vaporisées, pas plus que la dilution des ingrédients actifs n'affecte l'efficacité. Il a toutefois spécifié que ces conclusions devraient faire l'objet d'une validation sur le terrain.

La température peut également influer de façon indirecte sur les résultats du B.t. En effet, comme le B.t. doit être ingéré pour être efficace, les insectes doivent se nourrir. On sait que l'activité des insectes est influencée par la température : lorsque celle-ci est peu élevée, l'insecte tend à être moins actif. En conséquence, si des températures froides frappent les zones traitées pendant les jours suivant l'application, diminuant de ce fait l'activité des larves, il y a réduction des chances d'ingestion d'une dose létale. Bien que les températures ambiantes soient, en général, un bon indice des conditions d'alimentation, elles ne garantissent toutefois pas l'absence d'alimentation pendant au moins une partie de la journée. Par exemple, Wellington (1950) signalait que "... à des températures ambiantes variant de 10 à 20 °C, les données recueillies durant la journée indiquent que la température des fleurs était de 2 à 5,5 ° supérieure à celle des bourgeons végétatifs qui, pour leur part, avaient une température supérieure de 2 à 5° C à celle de l'air ambiant". Les fleurs étaient très abondantes sur les arbres cette année et les températures pendant le programme de pulvérisation se situaient en fait entre 10 et 20 °C (Annexe I). Selon van Frankenhuyzen et Nystrom (1987) : "Lorsque la température est froide, il se peut que l'on doive recourir à des densités de gouttelettes plus élevées pour assurer l'ingestion d'une dose efficace. Toutefois, une fois la dose létale ingérée, des températures froides n'affectent pas le taux de mortalité, bien que le décès puisse être retardé."

Ainsi, lorsque les températures se réchauffent après une période froide, la toxicité résiduelle du B.t. peut donc être significativement moindre en raison des rayons ultra-violets ou de la pluie, ce qui en réduirait le potentiel létal. Comme les températures varient en fonction de la topographie, cette dernière peut également influer sur les résultats. En d'autres mots, on a plus de chances d'avoir du succès dans les petits blocs pour lesquels la topographie et le développement des larves et des arbres est uniforme que dans les grands blocs. Les arrosages précédents au B.t. effectués au Nouveau-Brunswick portaient principalement sur de petits blocs dont la population larvaire était peu élevée; ces blocs étaient d'ailleurs traités par de petits aéronefs.

L'altitude à laquelle l'aéronef peut évoluer en toute sécurité dépend également de la topographie. Cet aspect est important puisque le dépôt découlant de la pulvérisation est grandement influencé par la hauteur à laquelle cette pulvérisation s'effectue et par l'intensité des tourbillons attribuables à l'aéronef (Irving, 1987, Annexe p. A-16). En outre, plus l'altitude de vol de l'aéronef est élevée, plus les risques d'obtenir une réduction du dépôt le sont également. Une telle réduction du dépôt signifie une réduction des chances que la tordeuse du bourgeon ingère une dose létale. Néanmoins, les gros aéronefs (comme le TBM et le DC-6) créent beaucoup plus de turbulences que les petits. Malheureusement, il est difficile d'évaluer les dépôts d'insecticides dans les programmes de pulvérisation en raison des coûts élevés de l'opération et des difficultés logistiques. On ne sait donc pas si les résultats défavorables obtenus en 1988 avec le B.t. sont attribuables aux dépôts ou s'ils sont attribuables à d'autres facteurs.

Les grands blocs contiennent également un mélange de sapins et d'épinettes et leur peuplement forestier regroupe différentes classes d'âge. Ainsi, le sapin a tendance à germer avant l'épinette rouge/noire et les jeunes arbres, avant les arbres plus âgés. De même, le développement tout comme le comportement larvaire tend à varier selon les espèces d'arbres et la phénologie. Enfin, l'émergence des insectes et la phénologie de l'arbre diffèrent avec la topographie. Il est donc difficile d'arrêter le moment idéal pour une seule application de B.t. (ou de produits chimiques) dans le cas des grands blocs. De fait, les insecticides chimiques ont été mis au point pour pallier aux différences phénologiques de l'hôte et au taux différentiel de développement et de comportement larvaire. Jusqu'à ce jour, c'est le coût élevé du B.t. et les restrictions technologiques qui ont mené à l'adoption d'un programme de pulvérisation à une seule application. Comme on l'a déjà fait lors des programmes précédents, il est beaucoup plus facile de déterminer le temps idéal pour une seule application, compte tenu des conditions relatives aux insectes et aux types d'arbres prédominants dans le bloc. Toutefois, l'arrosage avec de petits appareils épandeurs est plus dispendieux que le recours aux gros aéronefs lors d'opérations à grande échelle (Tableau 3).

Un autre facteur pouvant influer sur les résultats des arrosages est l'état de l'infestation pour laquelle des défeuillaisons différentes sont attribuables à des densités de population larvaire avant traitement similaires. En situation de croissance de la population ou d'épidémie, le taux de survie larvaire est élevé et la défeuillaison est grave, comme c'était

le cas dans le nord du Nouveau-Brunswick en 1988 (Figure 5). Au contraire, lorsque les populations tendent à décroître et que le taux de survie larvaire est peu élevé, la défeuillaison est également peu élevée comme ce fut le cas dans le sud du Nouveau-Brunswick en 1987 (Figure 5).

Ainsi, les récents arrosages au B.t. au Nouveau-Brunswick ont eu lieu dans des zones où les populations étaient décroissantes, ce qui a permis d'améliorer l'efficacité apparente du B.t. Par exemple, en 1987, pour une population de 0,3 larve/bourgeon, le pourcentage de réduction de la défeuillaison était de 75 % par opposition à seulement 20 % en 1988.

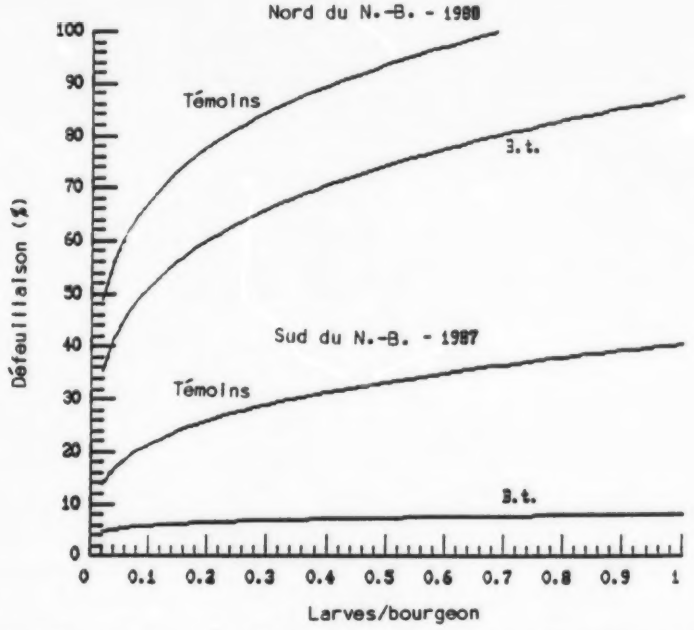


Figure 5. Rapports entre la défeuillaison dans le nord de la province en 1988 et dans le sud de la province en 1987 et les niveaux de défeuillaison dans les territoires traités au B.t. lors de ces deux années.

En résumé, de nombreux facteurs peuvent nuire au succès d'un programme de pulvérisation au B.t. Néanmoins, lorsque les conditions s'y prêtent, une seule application peut être et, de fait, a été efficace. La difficulté repose dans l'obtention de toutes ces conditions favorables dans le cadre d'un programme à grande échelle pour une maximisation des chances de succès d'une seule application. On peut tout de suite constater que ce n'est pas facile. Il semble donc que l'amélioration du succès des traitements au B.t. à l'avenir repose sur l'adoption d'une technique d'application double (c'est-à-dire 2x30 BIU/ha) ou séparée (c'est-à-dire 2x15 BIU/ha) comme c'est le cas pour les produits chimiques. Comme une double application de 30 BIU/ha multiplierait par deux le coût du matériel d'arrosage seulement, de meilleurs progrès pourraient être faits avec un produit plus concentré qui pourrait être vaporisé à deux reprises pour une valeur d'environ 15 BIU/ha. Des recherches dans ce sens effectuées avec de petits aéronefs épandeurs semblent

prometteuses (E. Kettela, pers. comm.) et on pourrait faire preuve d'optimisme pour ce qui est des TBM à la condition de pouvoir mettre au point un atomiseur rotatif, d'avoir accès à des formulations de B.t. plus concentrées et de pouvoir effectuer les essais appropriés. Forest Protection Limited effectue actuellement des recherches dans cette voie et pourrait procéder à des essais en 1989 (H.J. Irving, pers. comm.)

D'importantes recherches destinées à améliorer l'activité résiduelle du B.t. en le rendant plus résistant à la pluie et aux rayons solaires sont également en cours (Anon., 1988). Enfin, une meilleure compréhension des effets exercés par les températures après traitement sur l'efficacité et une amélioration des prévisions météorologiques pourraient être grandement bénéfiques.

3.4 Comparaison avec les données du Québec pour 1987 et 1988*

En 1987 et 1988, la province de Québec réalisait ses 18e et 19e programmes de pulvérisations contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette. Lors de ces deux années, les zones traitées couvraient la péninsule de Gaspé (dont la topographie est similaire à celle du Nouveau-Brunswick) et une partie de la côte Nord en 1987. Seul le Dipel 132 a été retenu pour la pulvérisation d'une superficie totale de 198 000 hectares en 1987 et de 192 000 hectares en 1988. Le B.t. a été appliqué à une concentration de 30 BIU/ha au moyen de grands et de petits aéronefs d'épandage.

En 1987, le programme a duré du 31 mai au 18 juin; l'indice larvaire se situait entre 3,0 et 5,5 pour 90 % de la superficie traitée (66 % pour un indice larvaire variant de 4,1 à 5,0). L'indice de développement des pousses était généralement supérieur à 4,5. Les conditions climatiques étaient près de la normale, tout comme le développement larvaire, à l'exception d'un ralentissement à la fin de juin entre la sixième mue et l'âge adulte.

En 1988, les arrosages ont eu lieu entre le 3 juin et le 25 juin et la température était plutôt froide au début de juin, tout comme c'était le cas au Nouveau-Brunswick. Néanmoins, la majorité des zones ont été traitées au moment où les pousses de sapins baumiers étaient bien épanouies.

Une comparaison des données relatives à l'arrosage au B.t. au Nouveau-Brunswick en 1988 avec les données de régions similaires à densité élevée de population au Québec (c'est-à-dire relevés avant traitement : plus de 20 larves/branche) en 1987 et 1988 a permis de dégager des similarités intéressantes (Tableau 8). Ainsi, le B.t. n'a pu assurer une protection efficace dans les régions où la densité de la population était élevée lors de ces trois opérations à grande échelle. Même si l'on soupçonne les conditions climatiques et/ou les différences dans le début des programmes d'avoir contribué au peu de succès en 1988, et si ces facteurs n'étaient pas en cause au Québec en 1987, il semble donc logique de penser que d'autres facteurs, tels le dépôt et/ou la durée de l'efficacité du produit, pourraient être en cause tout spécialement dans le cas des applications uniques.

---

*Renseignements fournis par Louis Dorais, ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec

Tableau 8. Données relatives au Programme de pulvérisations québécois au B.t. en 1987 et 1988, et au programme du Nouveau-Brunswick pour 1988.

	N.-B.-1988	Qué.-1987	Qué.-1988
Période d'arrosage	28 mai-8 juin	31 mai-18 juin	3 juin-25 juin
Superficie traitée (hectares)	210 000	198 000	192 000
Produits utilisés[1]	D-132/F-XLV	D-132	D-132
Concentrations appliquées	30 BIU/ha	30 BIU/ha	30 BIU/ha
Grands aéronefs épandeurs	DC-6, TBM	DC-4	DC-4
Petits aéronefs épandeurs	2 PAÉ	4 à 6 PAÉ	12 PAÉ
Nombre de blocs	88	40	52
Nombre moyen de larves par branche avant traitement	30.7	23.7	31.7
Nombre moyen de larves par bourgeon avant traitement	0.43	0.36	0.33
Pourcentage moyen de mortalité observé	85	91	86
Pourcentage moyen de mortalité pondéré[2]	50	n/a	59
Pourcentage moyen de défeuillaison prévu	86	72	88
Pourcentage moyen de défeuillaison observé	68	56	71
Différence moyenne de défeuillaison[3]	20	16	17
Pourcentage moyen de réduction de la défeuillaison[4]	24	23	19

1 D-132 = Dipel 132; F-XLV = Futura XLV.
2 Abbott, 1925.
3 Prévu-observé.
4 [(Prévu-observé)/Prévu] X 100 %

4. PRÉVISIONS EN MATIÈRE D'INFESTATION POUR 1989

Les fluctuations de l'intensité des infestations sont détectées chaque année lors de relevés prévisionnels (Tableau 9). Entre 1982 et 1986, la tendance était à la hausse du taux d'infestation faible et à une diminution correspondante du taux d'infestation élevée. En 1987, toutefois, il y a eu une augmentation triple de la proportion de points se situant dans la catégorie d'infestation élevée. Cette intensification est survenue dans les parties centre-nord et nord-ouest de la province. En 1988, dans la même zone (c'est-à-dire dans le comté de Restigouche), il y a eu une diminution de la moyenne générale de la densité des populations (1987 = 24 L2/branche; 1988 = 14 L2/branche). En raison de la chute connue des populations de tordeuse du bourgeon de l'épinette dans le sud du Nouveau-Brunswick au cours des années passées, on a éliminé plus de 300 points d'échantillonnage à travers cette région l'année dernière.

Tableau 9. Fluctuation de l'intensité des infestations au Nouveau-Brunswick entre 1981 et 1988.

Année	Relevé	TAUX D'INFESTATION PRÉVU			Nombre de points[a]
		Faible	Modéré	Élevé	
1981	Masse d'oeufs	591 (34%)	441 (25%)	708 (41%)	1740
1982	Masse d'oeufs	458 (26%)	512 (29%)	783 (45%)	1753
1983	Masse d'oeufs	636 (48%)	257 (20%)	423 (32%)	1316
1984	Masse d'oeufs/L2	747 (51%)	331 (22%)	398 (27%)	1476
1985	L2	833 (56%)	503 (32%)	185 (12%)	1521
1986	L2	1216 (77%)	322 (20%)	48 (3%)	1586
1987	L2	1198 (76%)	230 (15%)	144 (9%)	1572
1988	L2	879 (73%)	226 (19%)	99 (8%)	1204[b]

a. Ne comprend pas les échantillonnages supplémentaires.
b. Réduction de l'échantillonnage attribuable à la chute de la population dans le sud du Nouveau-Brunswick.

À la lumière de ces changements dans l'intensité des infestations, il est prévu qu'en 1989, 1 653 000 hectares (Figure 6) seront infestés par des populations de tordeuse dont la densité ira de modérée à élevée, ce qui constitue une augmentation de 10 % de la superficie par rapport aux prévisions de l'année dernière. Cette superficie englobe également les régions où la densité des populations de larves sera variable et où on retrouve de façon habituelle toutes les catégories d'infestation. Par conséquent, on prévoit une défeuillaison sur de petits îlôts clairsemés. On prévoit que les dommages les plus graves affecteront une fois de plus la partie nord de la province avec une dispersion vers le nord-est. Quelques poches de résistance toucheront encore la région du centre, tandis qu'aucun dommage important ne devrait toucher la moitié sud de la province, à l'exception d'une région située au nord-ouest de Moncton. Si les récentes tendances se poursuivent dans le sud, cette région pourrait ne pas être aussi gravement endommagée que les relevés L2 le laissent supposer.

5. CONCLUSIONS

5.1 Opérations d'arrosage

1. Les opérations de pulvérisation d'insecticides chimiques et biologiques en 1987 ont été effectuées dans la période prescrite pour les pulvérisations larvaires.

2. Aucune zone n'a pu être traitée en raison d'un retard causé par le mauvais temps.

5.2 Efficacité du programme

1. Selon l'évaluation au sol de la défeuillaison actuelle, le Fénitrothion a donné des résultats acceptables en 1988, ce qui n'était pas le cas pour le B.t.

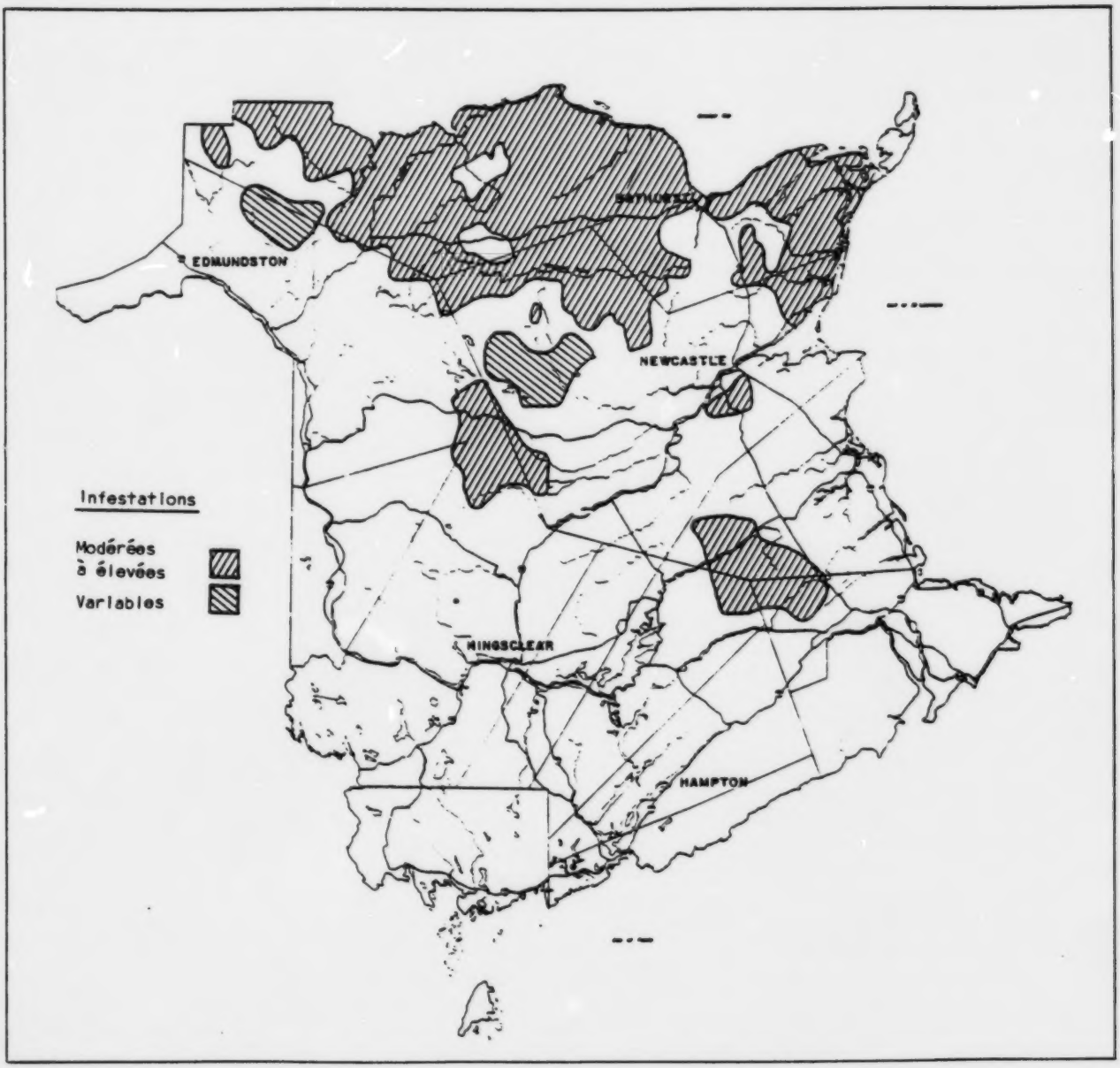


Figure 6. Territoires du Nouveau-Brunswick où l'on prévoit des infestations variables et des infestations modérées à élevées de tordeuse du bourgeon de l'épinette en 1989.

2. Les résultats du relevé aérien de la défeuillaison révèlent que 500 000 hectares étaient affectés d'une défeuillaison combinée modérée et grave, dont 34,5 % étaient constitués de zones traitées; c'est-à-dire 19,3 % de zones traitées au Fénitrothion et 60,1 % de zones traitées au B.t. À l'échelle provinciale, 65,5 % de la superficie affectée d'une défeuillaison modérée et grave se trouvait à l'extérieur des zones de traitement, en majorité dans les zones où on avait prévu une défeuillaison.

3. Dans les blocs traités au Fénitrothion, la défeuillaison actuelle moyenne du sapin baumier était de 34 % par rapport à 68 % pour les blocs traités au B.t.

4. Dans les blocs traités au Fénitrothion, le pourcentage de réduction moyen de la défeuillaison prévu du sapin baumier était de 61 % par rapport à 24 % pour les blocs traités au B.t.

5. Bien que cela ne constitue pas une mesure de l'efficacité, le taux de mortalité moyen attribuable au Fénitrothion était de 72 % par opposition à 50 % pour le B.t.

6. On ne sait pas encore à quel point les résultats obtenus avec le B.t. peuvent être attribués aux dépôts (non mesurés), à la température froide observée pendant la période d'arrosage, ou encore à d'autres facteurs tels les différences existant entre les insectes et les hôtes dans les grands blocs de traitement et l'application unique de B.t. dont le mode d'action est également unique. Il ne fait pas de doute que tous les facteurs ont joué un certain rôle.

7. Une comparaison des données du Québec pour les années 1987 et 1988 laisse supposer que ni le Québec, ni le Nouveau-Brunswick n'a obtenu de bons résultats avec le B.t. là où l'intensité des populations était élevée (plus de 20 larves par branche).

5.3 Prévisions

1. Si l'on se fonde sur le relevé L2, on peut s'attendre que la superficie touchée par les infestations augmente de 10 % en 1989. Selon les prévisions, les superficies touchées par des populations variables et modérées à élevées se situeront à 1,653 million d'hectares. Ces chiffres indiquent une légère augmentation par rapport à la tendance au déclin relevée au cours des dernières années. Néanmoins, cette superficie représente encore environ 23 % de la superficie totale du territoire de la province.

2. Une diminution apparente des infestations a été décelée par une diminution du relevé L2 moyen pour les points d'échantillonnage du comté de Restigouche.

3. On ne prévoit aucun dommage important en 1989 dans la moitié sud de la province ainsi que dans la plus grande partie de l'ouest et de l'est du territoire.

BIBLIOGRAPHIE

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Ent. 18 : 265-267.

Anon., 1988. BIOFOR III at St. John's. Research projects highlighted. BIOFOR NEWSLETTER. 2(1) : 3.

Carter, N.E. et D.R. Lavigne. 1985. Programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick. 1985. Ministère des Ressources naturelles, C.P. 6000, Fredericton (N.-B.).

Carter, N.E. et D.R. Lavigne. 1988. Programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick. 1988. Ministère des Ressources naturelles, C.P. 6000, Fredericton (N.-B.).

Dorais, L. and E.G. Kettela. 1982. A review of entomological survey and assessment techniques used in regional spruce budworm, Choristoneura fumiferana (Clem.), surveys and in the assessment of operational spray programs. Report of the Committee of Standardization of Survey and Assessment Techniques, Eastern Spruce Budworm Council.

Fast, P.G. 1977. Bacillus thuringiensis δ-endotoxin: On the relative roles of spores and crystals in toxicity to spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae). Can. Ent 109 (11) : 1515-1518.

Hulme, M.A., Ennis, T.J. and A. Lavallée. 1983. Current status of Bacillus thuringiensis for spruce budworm control. For. Chron. (59) : 58-61.

Irving, H.J. 1987. Rapport du programme de 1987 de Forest Protection Limited, FPL, C.P. 1030, Fredericton (N.-B.).

Irving, H.J. 1988. Rapport du programme de 1988 de Forest Protection Limited, FPL, C.P. 1030, Fredericton (N.-B.).

Kettela, E.G. 1982. Résultats des relevés aériens de 1982 de la défeuillaison des forêts causée par la tordeuse du bourgeon de l'épinette et examen de la méthode utilisée. Environnement Canada, Service canadien des forêts, CRFM, note technique n° 66.

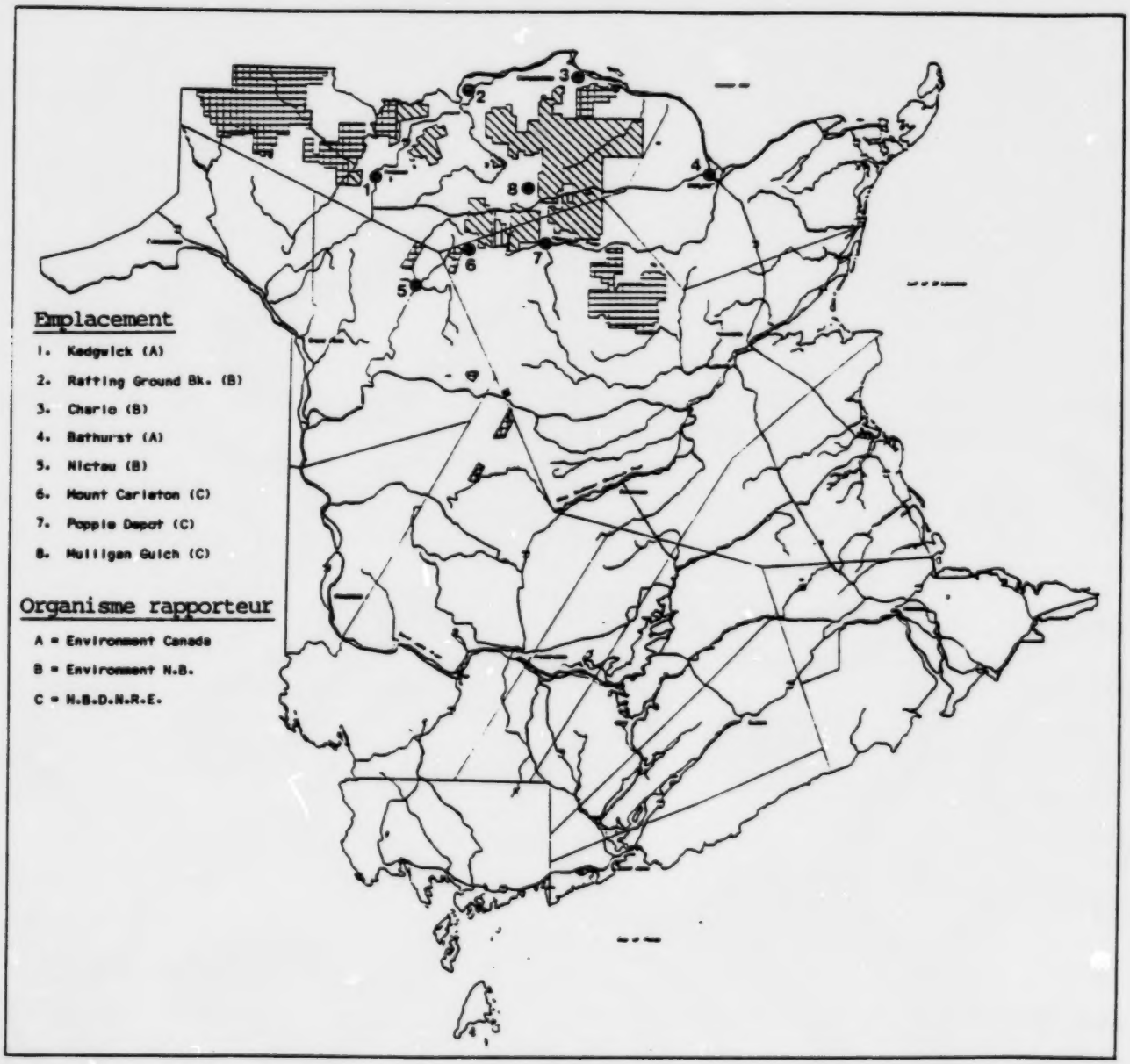
Kettela, E.G. 1983. Situation des infestations de tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick en 1983 et prévisions pour 1984. Environnement Canada, Service canadien des forêts, CRFM, note technique n° 100.

Wellington, W.G. 1950. Effects of radiation on the temperatures of insectan habits. Sci. Agr. 30 : 209-234.

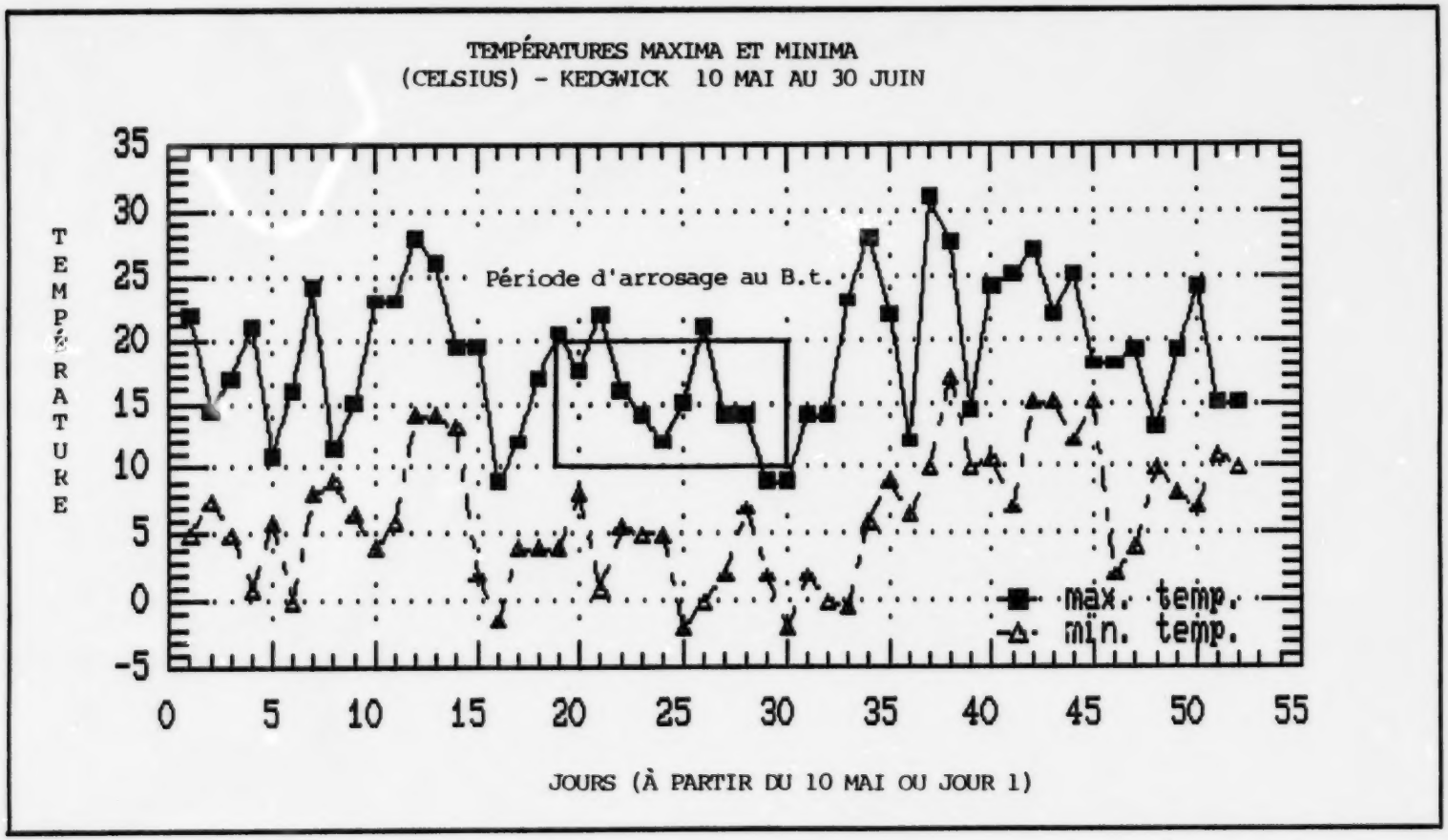
Van Frankenhuyzen, K. et C.W. Nystrom. 1987. Effect of temperature on mortality and recovery of spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) exposed to Bacillus thuringiensis Berliner. Can. Ent. 119 (10) : 941-954.

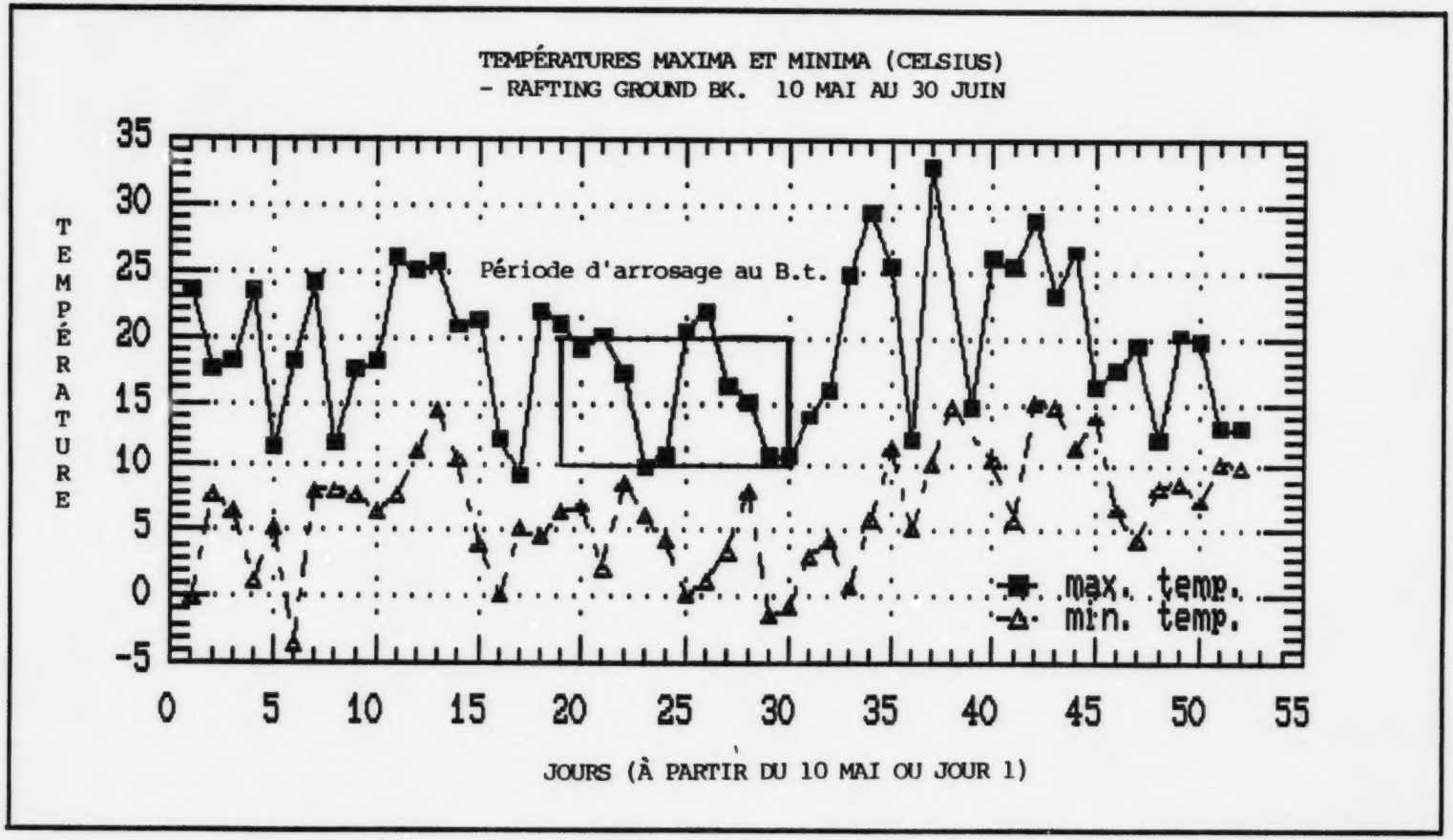
Van Frankenhuyzen, K. 1987. Effect of wet foliage on efficacy of Bacillus thuringiensis spray against the spruce budworm, Choristoneura fumiferana Clem. (Lepidoptera: Tortricidae). Can. Ent. 119 (10) : 955-956.

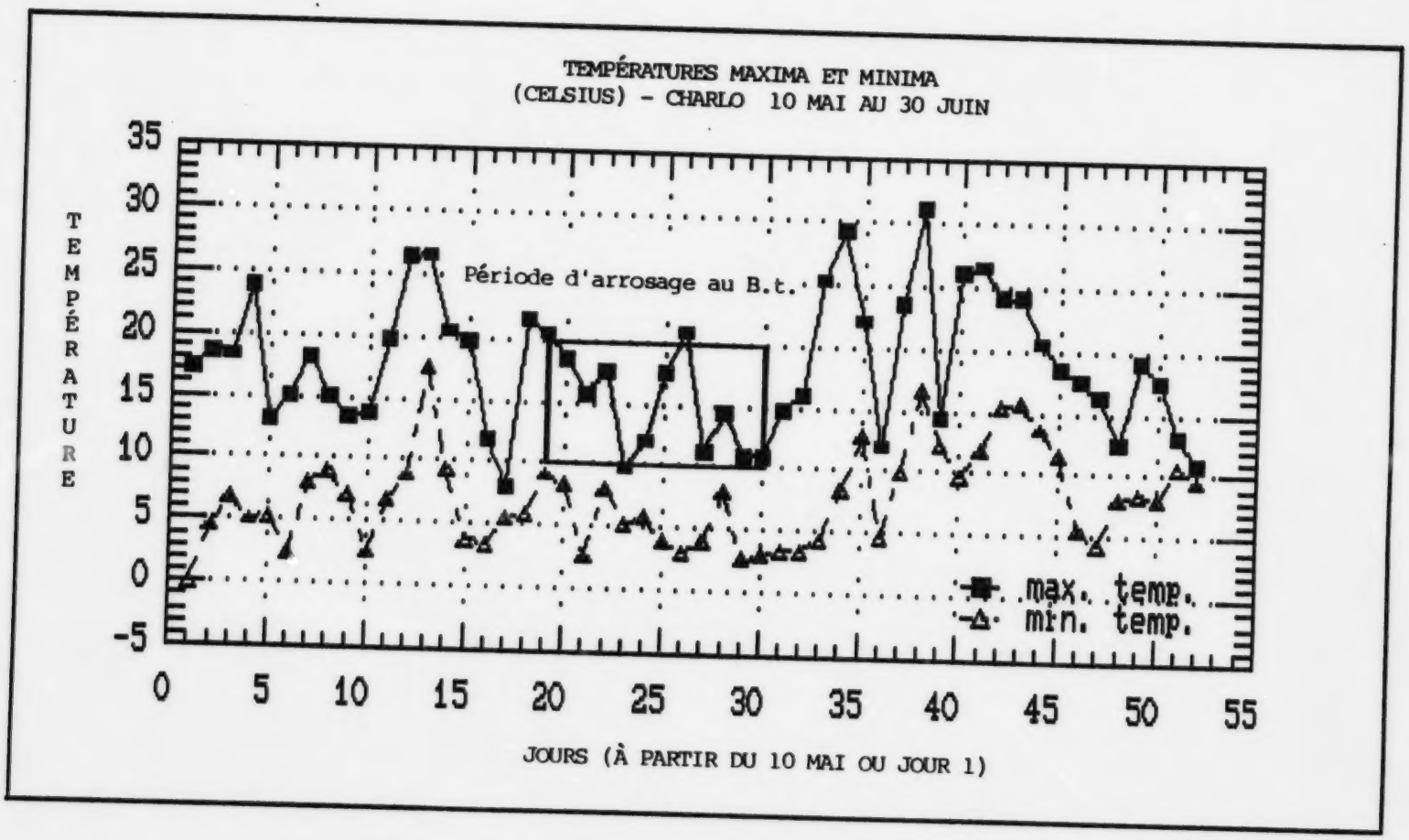
ANNEXE I

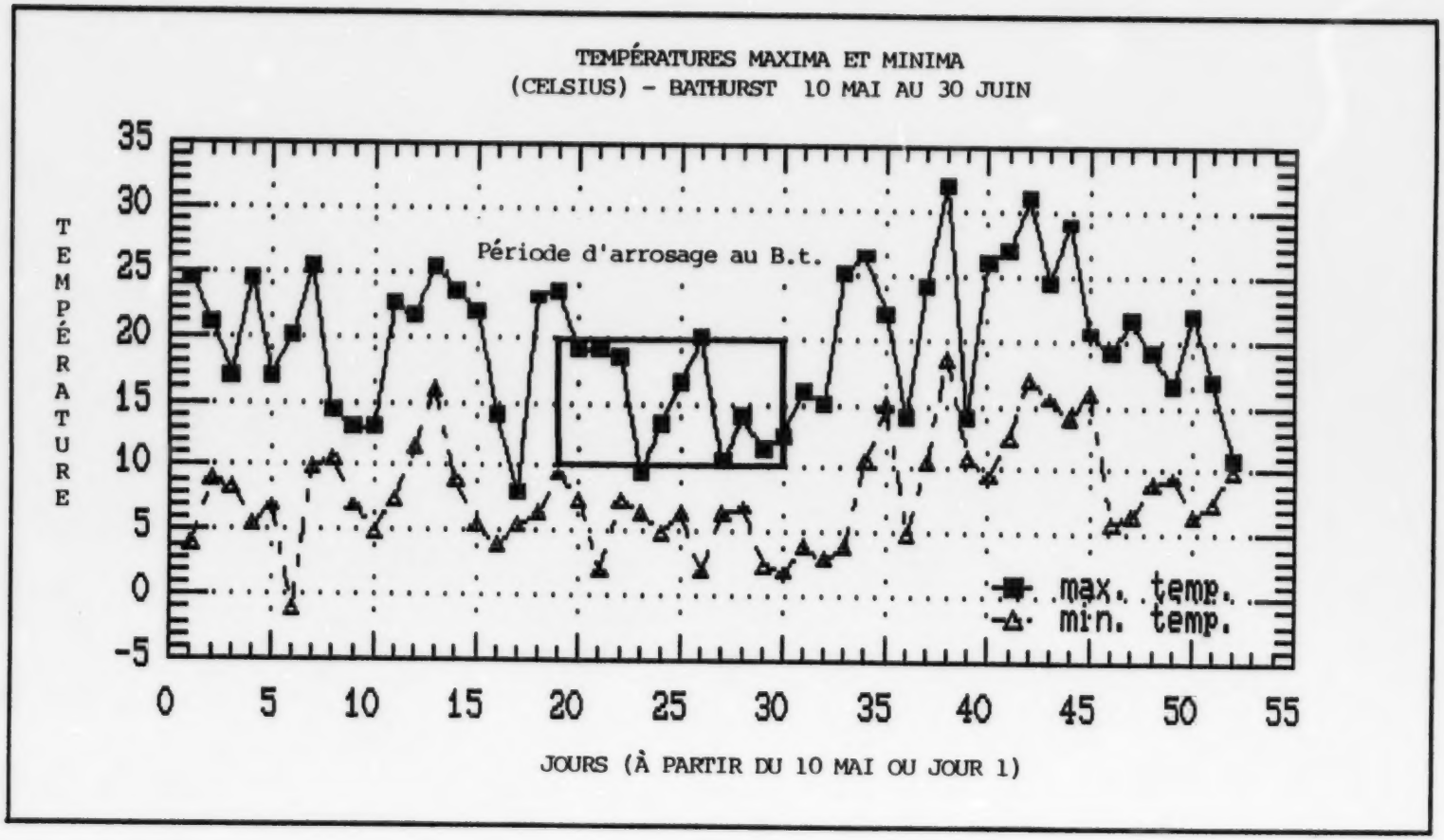


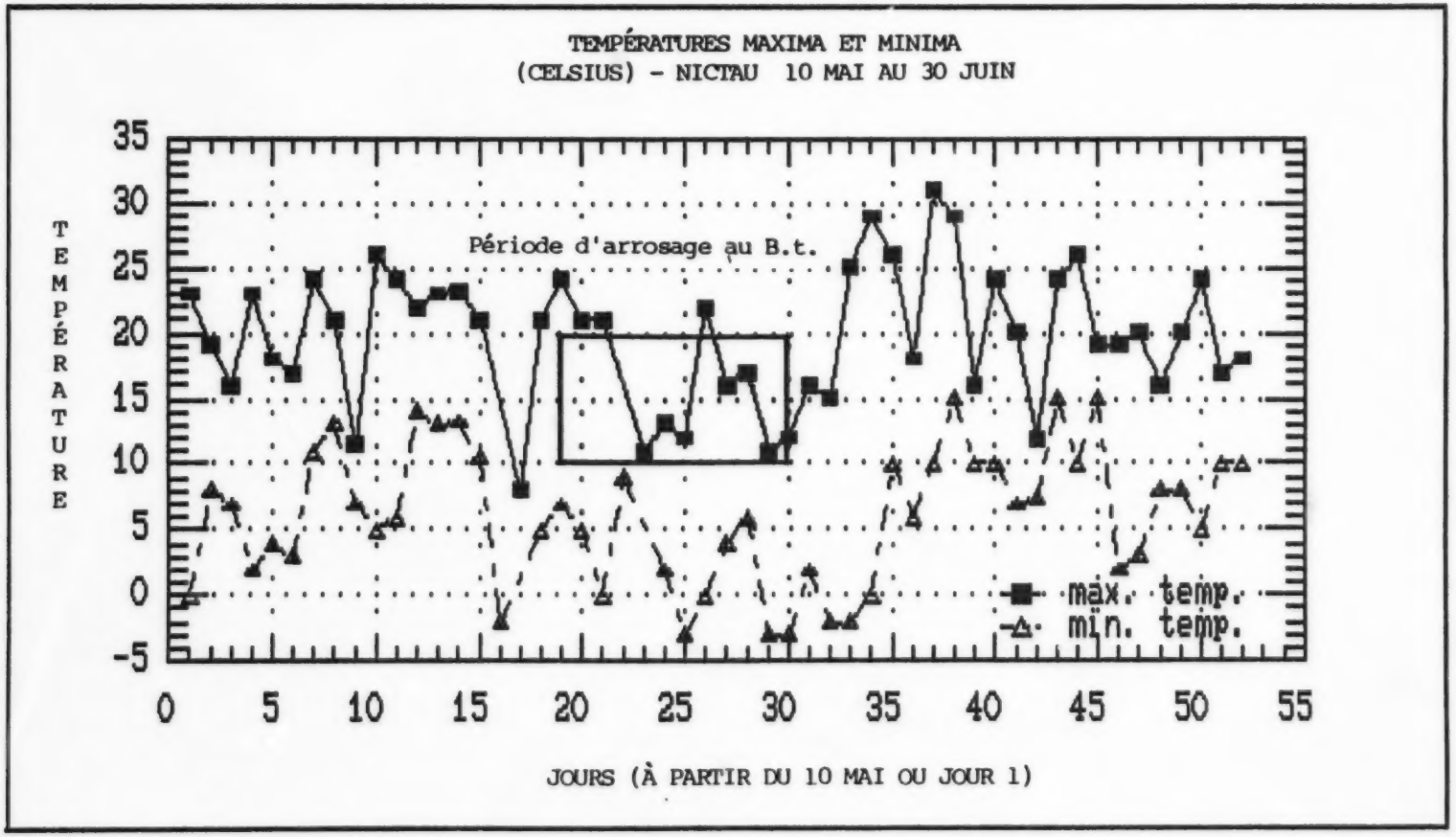
Distribution des stations météorologiques sélectionnées par rapport aux zones arrosées par FPL dans le cadre du Programme de pulvérisations aériennes contre la tordeuse du bourgeon de l'épinette au Nouveau-Brunswick de 1988. (Ne comprend pas le programme J.D. Irving Ltd.).

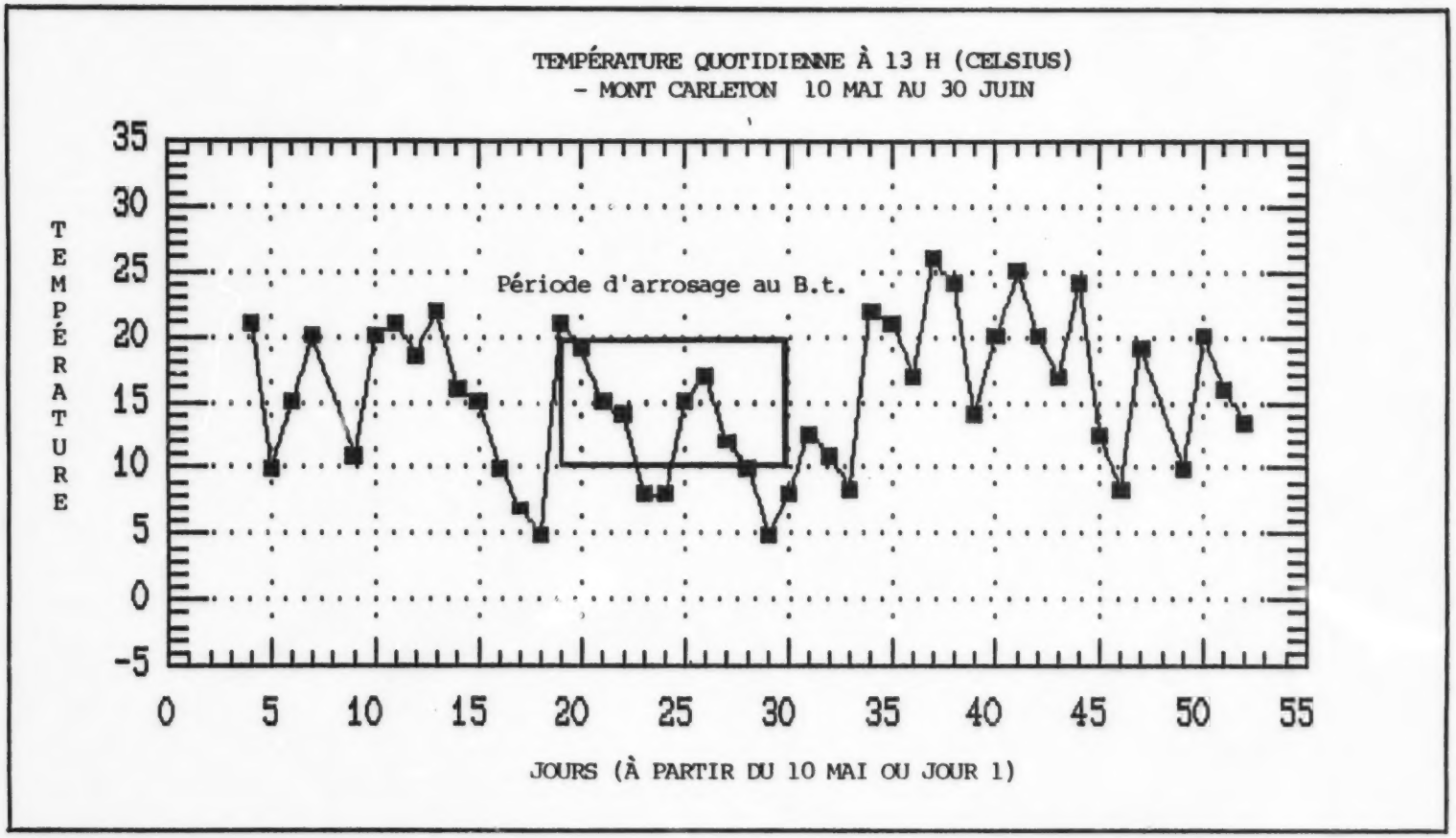

TEMPÉRATURES MAXIMA ET MINIMA
(CELSIUS) - KEDGWICK 10 MAI AU 30 JUIN
TEMPÉRATURE
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
Période d'arrosage au B.t.
max. temp.
min. temp.
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
JOURS (À PARTIR DU 10 MAI OU JOUR 1)

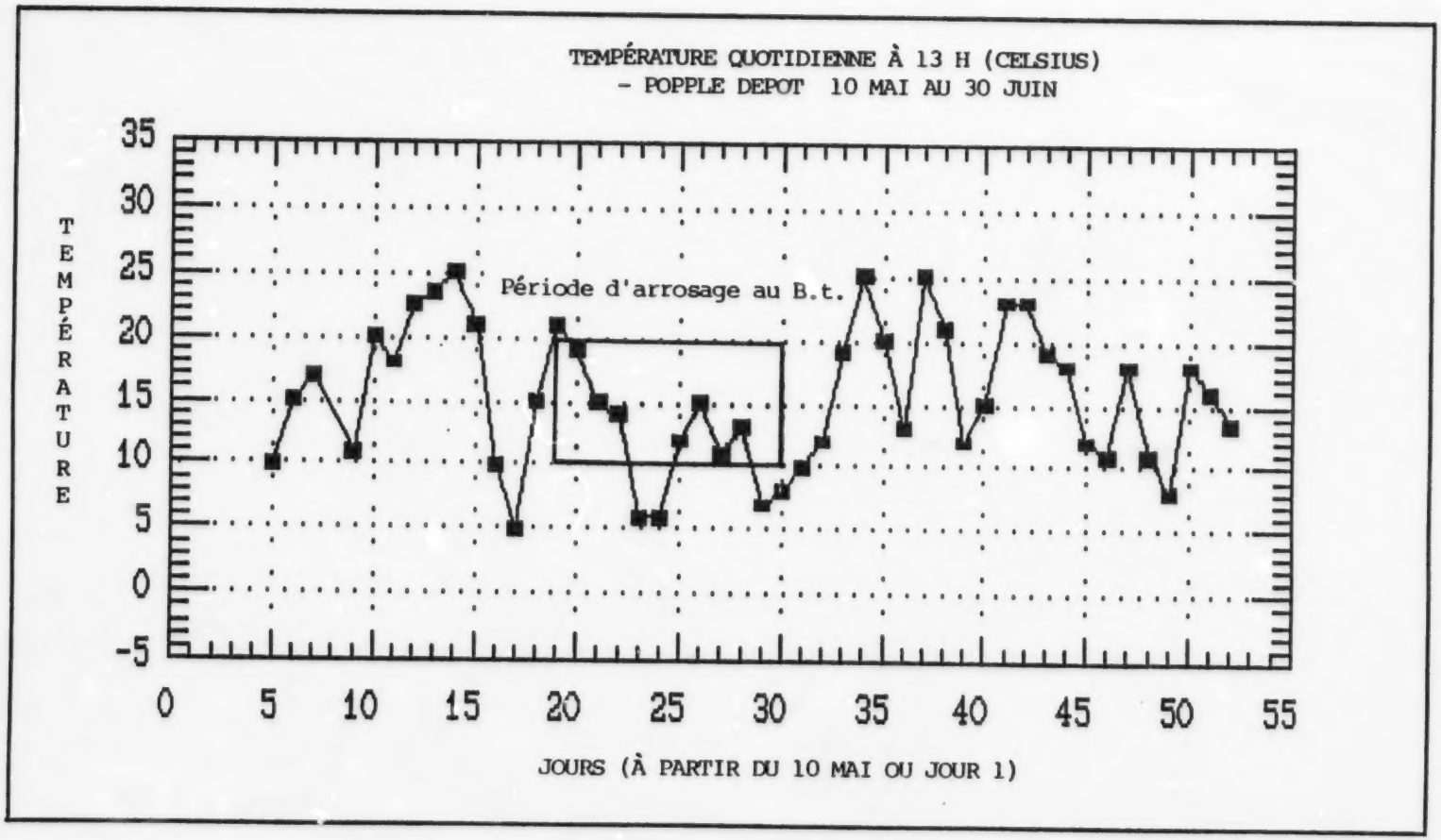

TEMPÉRATURES MAXIMA ET MINIMA (CELSIUS)
- RAFTING GROUND BK. 10 MAI AU 30 JUIN
TEMPÉRATURE
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
Période d'arrosage au B.t.
max. temp.
min. temp.
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
JOURS (À PARTIR DU 10 MAI OU JOUR 1)

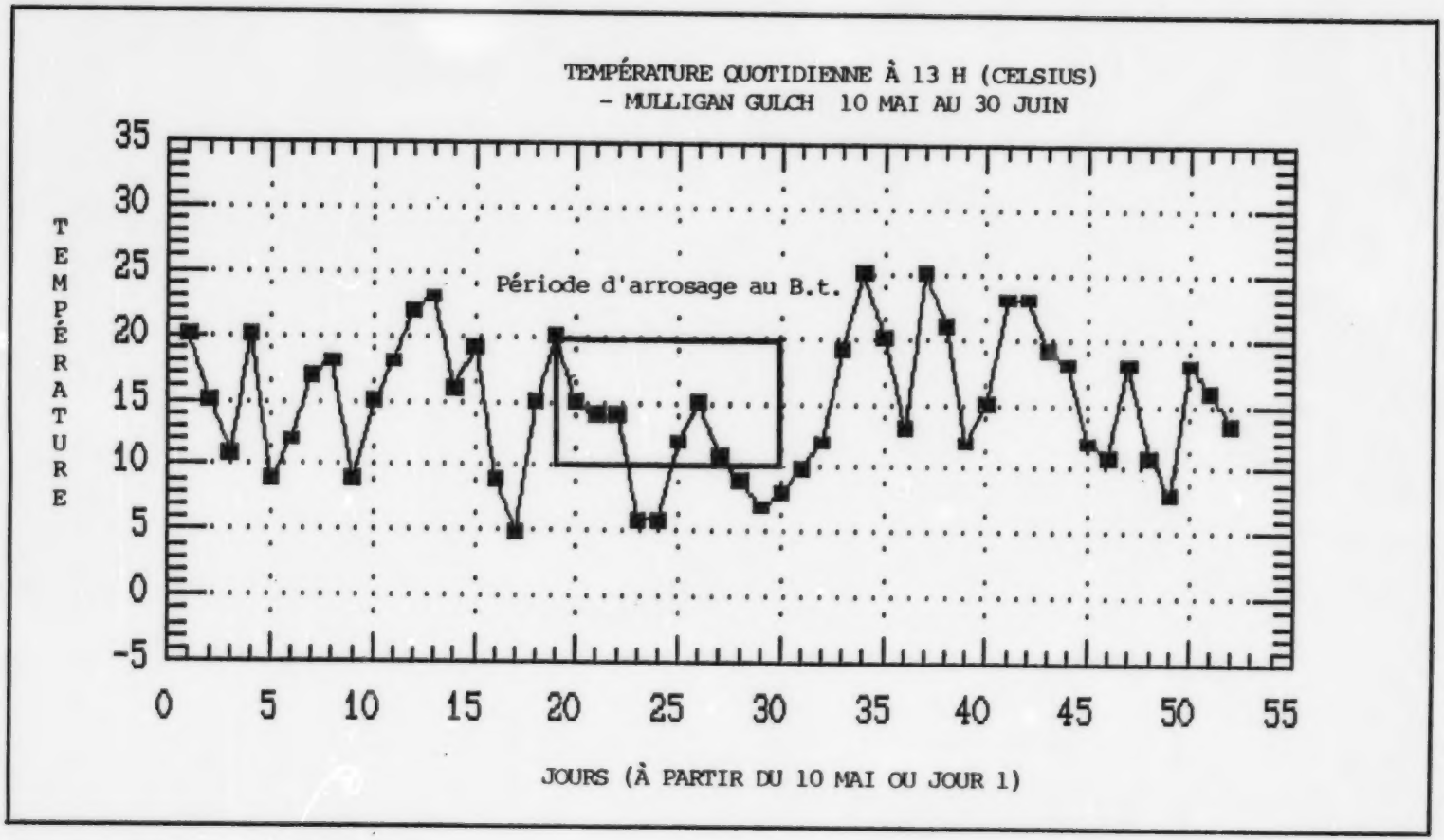

TEMPÉRATURES MAXIMA ET MINIMA
(CELSIUS) - CHARLO 10 MAI AU 30 JUIN
TEMPÉRATURE
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
Période d'arrosage au B.t.
max. temp.
min. temp.
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
JOURS (À PARTIR DU 10 MAI OU JOUR 1)


TEMPÉRATURES MAXIMA ET MINIMA
(CELSIUS) - BATHURST 10 MAI AU 30 JUIN
Période d'arrosage au B.t.
max. temp.
min. temp.
TEMPÉRATURE
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
JOURS (À PARTIR DU 10 MAI OU JOUR 1)


TEMPÉRATURES MAXIMA ET MINIMA
(CELSIUS) - NICTAU 10 MAI AU 30 JUIN
Période d'arrosage au B.t.
max. temp.
min. temp.
TEMPÉRATURE
JOURS (À PARTIR DU 10 MAI OU JOUR 1)
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55


TEMPÉRATURE QUOTIDIENNE À 13 H (CELSIUS)
- MONT CARLETON 10 MAI AU 30 JUIN
Période d'arrosage au B.t.
TEMPÉRATURE
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
JOURS (À PARTIR DU 10 MAI OU JOUR 1)


TEMPÉRATURE QUOTIDIENNE À 13 H (CELSIUS)
- POPPLE DEPOT 10 MAI AU 30 JUIN
Période d'arrosage au B.t.
TEMPÉRATURE
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
JOURS (À PARTIR DU 10 MAI OU JOUR 1)


TEMPÉRATURE QUOTIDIENNE À 13 H (CELSIUS)
- MULLIGAN GULCH 10 MAI AU 30 JUIN
Période d'arrosage au B.t.
TEMPÉRATURE
35
30
25
20
15
10
5
0
-5
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
JOURS (À PARTIR DU 10 MAI OU JOUR 1)

ANNEXE II

TABLEAU - Sommaire pour 1988 des renseignements sur le développement des pousses et des larves au moment de l'ouverture des blocs, historique d'arrosage et période d'arrosage totale.

Bloc	Traitement	Zone ouverte	Date d'ouverture	Cat. phén.*	N^br empl. dév.	Esp. arbres	Vuln.	DÉVELOPPEMENT LARVAIRE Gamme I.L.	I.L. Moy.	DES POUSSES Gamme I.P.	I.P. Moy.	Appl.	Lignes arrosées	Date d'arrosage
T-001	T2xFE	Toutes	27 mai	50,60	5	SB	100%	-	3.2	3.3-4.8	4.0	1ère	94 1/3-123	28/05
													69 1/3-93	29/05
													46-68	30/05
													Complété	03/06
												2ième	109-120	05/06
													32-58,65-91	
													98-108,121-123	07/06
													Complété	08/06
												(Période d'arrosage = 9 à 12 jours)		
T-002	T2xFE	Toutes	27 mai	40,50,60	7	SB	100%	-	3.2	3.3-4.9	4.3	1ère	80 2/3-109	28/05
													57-80	29/05
													51-56,3-16	30/05
													43-50	02/06
												2ième	51-84	05/06
													0-16,43-50,	
													85-91,99-108	07/06
													Complété	08/06
												(Période d'arrosage = 9 à 12 jours)		
T-003	T2xFE	Portion chim.	24 mai	30,40	2	SB	100%	-	3.0	-	4.3	1ère	14-20	24/05
													0-13	25/05
												2ième	11-19	02/06
													0-10,20	04/06
												(Période d'arrosage = 9 à 11 jours)		
T-003	TlxBT	Portion B.t.	27 mai	30,40	3	SB	100%	-	-	4.8-4.9	4.8	1ère	21-51	30/05
												(Période d'arrosage = 3 jours)		

* O = Ouest; E = Est

TABLEAU - (Suite)

Bloc	Traite-ment	Zone ouverte	Date d'ouver-ture	Cat. phén.*	N^br empl. dév.	Esp. arbres	Vuln.	DÉVELOPPEMENT LARVAIRE Gamme I.L.	I.L. Moy.	DES POUSSES Gamme I.P.	I.P. Moy.	Appl.	Lignes arrosées	Date d'arrosage
T-004	T2xFE	Toutes	27 mai	40	3	SB	100%	-	2.9	3.2-4.7	4.0	1ère	66-76	30/05
													Complété	02/06
												2ième	Complété	07/06
												(Période d'arrosage = 11 jours)		
T-005	T2xFE	Toutes	25 mai	30,40	7	SB	100%	-	3.1	3.8-4.3	4.0	1ère	0-9,18-32, 36 1/3-41, 50-59	27/05
													Complété	28/05
												2ième	0-11,57-59	02/06
													35-56	04/06
													Complété	05/06
												(Période d'arrosage = 8 à 11 jours)		
T-006	T2xFE	Portion Chim.	24 mai	30,40	4.	SB	100%	-	3.1	4.1-4.6	4.5	1ère	34-44	24/05
													Complété	25/05
												2ième	42-44	03/06
													35-41	04/06
													Complété	05/06
												(Période d'arrosage = 9 à 11 jours)		
T-006	T1xBT	Portion B.t.	27 mai	30	1	SB	100%	-	-	-	4.4	1ère	Complété	29/05
												(Période d'arrosage = 2 jours)		
T-007	T1xBT	Toutes	27 mai	40	4	SB	100%	-	-	4.0-4.5	4.3	1ère	39 1/3-42	30/05
													0-10	02/06
													23-37,11-17	03/06
													Complété	04/06
												(Période d'arrosage = 3 à 8 jours)		

* O = Ouest; E = Est

TABLEAU - (Suite)

Bloc	Traitement	Zone ouverte	Date d'ouverture	Cat. phén.*	Nbr empl. dév.	Esp. arbres	Vuln.	DÉVELOPPEMENT LARVAIRE Gamme I.L.	I.L. Moy.	DES POUSSES Gamme I.P.	I.P. Moy.	Appl.	Lignes arrosées	Date d'arrosage
T-009	T2xFE	Toutes	25 mai	3E,4E,5E	3	SB	100%	2.0-3.1	2.7	3.2-3.6	3.5	1ère	Complété	28/05
												2ième	95-122	04/06
													Complété	05/06
												(Période d'arrosage = 10 à 11 jours)		
T-013	T2xFE	Toutes	28 mai	4E,5E	4	SB	100%	-	3.9	3.1-3.7	3.3	1ère	13	29/05
													2-7,18-30	30/05
													Complété	03/06
												2ième	18-25,28-31	04/06
													2-7,26-27	28-05
													Complété	08/06
												(Période d'arrosage = 7 à 11 jours)		
T-014	T2xFE	Toutes	25 mai	3E	3	SB		-	3.5	-	3.4	1ère	65-71	27/05
													Complété	28/05
												2ième	Complété	03/06
												(Période d'arrosage = 9 jours)		
T-015	T2xFE	Est	25 mai	2E,3E	2	SB	100%	-	3.2	-	3.7	1ère	50-64	28/05
	T2xFE	Centre	26 mai	3E,4E	2	SB	100%	-	3.3	3.2-3.8	3.5		Complété	29/05
	T2xFE	Ouest	28 mai	4E,5E	1	SB	100%	-	3.9	-	2.5			
												2ième	0-15,47-64	03/06
													16-36	04/06
													Complété	05/06
												(Période d'arrosage = 8 jours)		
T-017	T2xFE	Toutes	24 mai	30	3	SB	100%	-	3.7	-	4.0	1ère	Complété	24/05
												2ième	0-6	30/05
													Complété	03/06
												(Période d'arrosage = 6 à 10 jours)		

* O = Ouest; E = Est

TABLEAU - (Suite)

Bloc	Traite-ment	Zone ouverte	Date d'ouver-ture	Cat. phén.*	N^br empl. dév.	Esp. arbres	Vuln.	DÉVELOPPEMENT LARVAIRE Gamme l.L.	l.L. Moy.	DES POUSSES Gamme l.P.	l.P. Moy.	Appl.	Lignes arrosées	Date d'arrosage
T-018	T2xFE	Toutes	26 mai	40	1	SB	100%	3.0-3.2	3.1	2.7-3.3	3.2	1ère	Complété	30/05
												2ième	Complété	05/06
												(Période d'arrosage = 6 jours)		
T-019	T2xFE	Toutes	24 mai	40	2	SB	100%	-	-	3.9-4.0	4.0	1ère	Complété	24/05
												2ième	Complété	03/06
												(Période d'arrosage = 10 jours)		
				TOTAL TBM	57	emplacements de développment								
D-001	DIxBT	Toutes	28 mai	3E	1	SB	100%	-	3.0	-	3.9	1ère	139,141,143,145	28/05
				4E	5	SB	100%	-	4.0	3.5-3.7	3.6		130-138,140,142,	
				5E	7	SB	100%	3.4-3.7	3.5	3.1-4.0	3.5		144,146,148,150,	
				40	6	SB	100%	-	3.0	3.7-4.9	4.4		152,154,156,158,	
				40	15	SB	100%	3.1-3.3	3.2	2.9-4.4	3.8		160,162,164,166,	
													168	29/05
													121-129,117,119,	
													100,102,104,106,	
													108	30/05
													Complete From	
													98-193	02/06
													75-97	03/06
													56-74,55,53,51,	
													49,47,45,43,41,	
													29,31,33,35,37,	
													39	04/06
													54-,52,50,48,46,	
													44,42,1-8,10,12,	
													14,16,18,20,22,	
													24,26,28,30,32,	

* O = Ouest; E = Est

TABLEAU - (Suite)

Bloc	Traitement	Zone ouverte	Date d'ouverture	Cat. phén.*	Nbr empl. dév.	Esp. arbres	Vuln.	DÉVELOPPEMENT LARVAIRE Gamme I.L.	I.L. Moy.	DES POUSSES Gamme I.P.	I.P. Moy.	Appl.	Lignes arrosées	Date d'arrosage
													34, 36, 38, 40	05/06
													9, 11, 13, 17, 19, 21, 23, 25, 27	07/06
													(Période d'arrosage = 0 à 10 jours)	
D-002	TIxFE	Centre	27 mai	40,50	1	SB	100%			-	4.0	1ère	27-43	08/06
	TIxBT	Ouest	27 mai	40,50	2	SB	100%			3.4-4.8	4.1	1ère	0-5	04/06
	DIxBT	Ouest	27 mai	40,50	4	SB	100%			-	4.0	1ère	Complété	08/06
	DIxBT	Est	28 mai	40,50	4	SB	100%			3.2-4.0	3.6	1ère	Complété	08/06
													(Période d'arrosage = 8 à 12 jours)	
			TOTAL DC6		55	emplacements de développment								
S-001	SIxBT	Toutes	31 mai	30	3	BM Plant.	100%	-	3.1	2.2-3.1	2.7	1ère	Complété	05/06
													(Période d'arrosage = 5 jours)	
S-002	SIxBT	Toutes	25 mai	40	1	SB	100%	-	3.1	-	3.3	1ère	Complété	02/06
													(Période d'arrosage = 8 jours)	
S-004	Bloc utilisé à titre expérimental par le SCF-M; calendrier d'arrosage par personnel du SCF-M.											1ère	Arrosage par E.G.K. (S.C.F.-Maritimes)	
S-005	"	"	"	"	"	"	"	"				1ère	Arrosage par E.G.K. (S.C.F.-Maritimes)	
S-009	SIxBT	Toutes	28 mai	3E	1	SB	100%	-	3.0	-	4.0	1ère	Complété	03/06
													(Période d'arrosage = 6 jours)	
S-010	S2xFE	Toutes	28 mai	3E	1	SB	100%	-	3.5	-	3.5	1ère	Complété	03/05
												2ième	Complété	08/06
													(Période d'arrosage = 11 jours)	
S-011	S2xFE	Toutes	29 mai	40	1	SB	100%	-	3.6	-	3.4	1ère	Complété	03/06
												2ième	Complété	13/03
													(Période d'arrosage = 15 jours)	

* O = Ouest; E = Est

TABLEAU - (Suite)

Bloc	Traitement	Zone ouverte	Date d'ouverture	Cat. phén.*	Nbr empl. dév.	Esp. arbres	Vuln.	DÉVELOPPEMENT LARVAIRE Gamme I.L.	I.L. Moy.	DES POUSSES Gamme I.P.	I.P. Moy.	Appl.	Lignes arrosées	Date d'arrosage
S-012	S2xFE	Toutes	29 mai	40	1	SB	100%	-	3.6	-	3.4	1ère	Complété	05/06
												2ième	Complété	13/06
												(Période d'arrosage = 15 jours)		
S-013	S2xFE	Toutes	29 mai	40	1	SB	100%	-	3.6	-	3.2	1ère	Complété	27/06
												2ième	Complété	13/06
												(Période d'arrosage = 15 jours)		
S-014	S2xFE	Toutes	25 mai	30/40	1	SB	100%	-	3.1	-	2.9	1ère	2/3 of Block Complété	28/05
												2ième	1/4 of Block Complété	07/06
												(Période d'arrosage = 13 à 14 jours)		
S-015	S1xBT	Toutes	27 mai	30	1	SB	100%	-	3.3	-	4.5	1ère	Complété	29/05
												(Période d'arrosage = 2 jours)		
S-016	S2xFE	Toutes	8-11 mai	IE	1	Pousses	20%	Émergence	1.0		1.0	1ère	Complété	08/05
						SB	100%	Émergence	1.0		1.0	2ième	Complété	13/05
	S1xBT	Toutes	17 juin	IE	1	prod.	100%	4.3-4.7	4.5	2.0-3.1	2.6	3ième	Complété	18/06
S-017	S2xFE	Toutes	8-11 mai	IE	1	"	20%	Émergence			1.0	1ère	Complété	08/05
							100%	Émergence				2ième	Complété	13/05
	S1xBT	Toutes	17 juin	IE	1	"	100%	-	4.7	3.0-3.1	3.0	3ième	Complété	18/06
S-018	S2xFE	Toutes	8-11 mai	IE	1	"	20%	Émergence			1.0	1ère	Complété	08/05
							100%	Émergence				2ième	Complété	13/05
	S1xBT	Toutes	17 juin	IE	1	"	100%	-	4.3	2.0-2.1	2.0	3ième	Complété	18/06
S-019	S3xBT	Toutes	26 mai	B L O C (Spongieuse)										
S-020	S3xBT	Toutes	22 mai	B L O C (Spongieuse)										

TOTAL PAÉ 17 emplacements de développment

Nombre total d'emplacements de développment = 129

---

* O = Ouest; E = Est